

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-208774

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-208774 ]

出 願 人

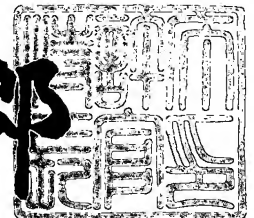
Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

2003年 2月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3008759

【書類名】 特許願

【整理番号】 106374

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 16/44

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1  
    番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内

    【氏名】 溝畑 保廣

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1  
    番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内

    【氏名】 松原 英明

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1  
    番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内

    【氏名】 小山 芳弘

【特許出願人】

    【識別番号】 000207551

    【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1  
    番地の 1

    【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100101328

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 川崎 実夫

【選任した代理人】

    【識別番号】 100075155

    【弁理士】

【氏名又は名称】 亀井 弘勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100087701

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲岡 耕作

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-208774

【出願日】 平成14年 7月17日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 052906

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9502702

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メッキ装置、それに用いるカートリッジおよび銅溶解タンク、  
ならびにメッキ方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

不溶性アノードを有し、メッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ  
処理部と、

このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅の線材か  
らなる銅供給源が収容された銅溶解タンクと、

上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる第 1 循環  
手段とを備えたことを特徴とするメッキ装置。

【請求項 2】

上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽と、

このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽と、

上記メッキ槽と上記メッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる第 2 循環手  
段とを備え、

上記銅溶解タンクが、上記メッキ液収容槽を介して上記メッキ処理部に接続さ  
れていることを特徴とする請求項 1 記載のメッキ装置。

【請求項 3】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚  
のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層され  
ていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のメッキ装置。

【請求項 4】

上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入す  
るためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し  
、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジを含むことを特徴とする請求項  
1 ないし 3 のいずれかに記載のメッキ装置。

【請求項 5】

不溶性アノードを有し、メッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ



処理部と、

このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源が収容された銅溶解タンクと、

上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段と、

上記銅供給源の表面の変質を防止するための置換液を、上記銅溶解タンクに供給する置換液供給手段と、

上記メッキ処理部でメッキ処理がされているときは、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させ、上記メッキ処理部でのメッキ処理が終了した後に、上記メッキ液の循環を停止し、上記銅溶解タンク内のメッキ液を上記置換液供給手段からの置換液で置換するように制御する制御部とを備えたことを特徴とするメッキ装置。

【請求項 6】

上記銅溶解タンクに純水を供給する純水供給手段をさらに備え、

上記制御部が、上記メッキ処理部でのメッキ処理が終了した後に、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換した後に置換液で置換するように制御することを特徴とする請求項 5 記載のメッキ装置。

【請求項 7】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 5 または 6 記載のメッキ装置。

【請求項 8】

上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジを含むことを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のメッキ装置。

【請求項 9】

不溶性アノードを有し、メッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部と、

このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源が収容された複数の銅溶解タンクと、

上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段と、

上記複数の銅溶解タンクの重量を個別に計測する重量計測手段と、

上記重量計測手段の計測結果に基づいて使用する銅溶解タンクを決定し、その銅溶解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるように制御する制御部とを備えたことを特徴とするメッキ装置。

【請求項 1 0】

上記制御部が、上記重量計測手段の計測結果に基づいて、上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出し、最も重量が小さい上記銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定することを特徴とする請求項 9 記載のメッキ装置。

【請求項 1 1】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 9 または 1 0 記載のメッキ装置。

【請求項 1 2】

上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジを含むことを特徴とする請求項 9 ないし 1 1 のいずれかに記載のメッキ装置。

【請求項 1 3】

不溶性アノードを有する銅メッキをするためのメッキ装置に着脱自在で、このメッキ装置で用いられるメッキ液に銅イオンを供給するためのカートリッジであって、

メッキ液を導入するためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し、銅の線材からなる銅供給源が内部に収容されていることを特徴とするカートリッジ。

【請求項 1 4】

上記銅供給源が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路を横切るように配されていることを特徴とする請求項 1 3 記載のカートリッジ。

【請求項 1 5】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 記載のカートリッジ。

【請求項 1 6】

上記銅供給源の空隙率が、30%以上であることを特徴とする請求項 1 3 ないし 1 5 のいずれかに記載のカートリッジ。

【請求項 1 7】

不溶性アノードを備えたメッキ処理部で、基板の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、

内部に銅の線材からなる銅供給源が収容された銅溶解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法。

【請求項 1 8】

上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽と、このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽とを備え、

上記メッキ工程が、上記メッキ槽に収容されたメッキ液に基板を接触させてメッキを行う工程を含み、

上記メッキ液循環工程が、上記メッキ槽とメッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる工程と、上記メッキ液収容槽と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる工程とを含むことを特徴とする請求項 1 7 記載のメッキ方法。

【請求項 1 9】

不溶性アノードを備えたメッキ処理部で、基板の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、

このメッキ工程実行中に、内部に銅供給源が収容された銅溶解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程と、

上記銅溶解タンク内のメッキ液を、上記銅供給源の表面の変質を防止するための置換液で置換する置換工程とを含むことを特徴とするメッキ方法。

【請求項 2 0】

上記置換工程が、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換する純水置換工程と、この純水置換工程の後、上記銅溶解タンク内を上記置換液で置換する工程とを含むことを特徴とする請求項 1 9 記載のメッキ方法。

【請求項 2 1】

不溶性アノードを備えたメッキ処理部で、基板の表面をメッキ液に接触させてメッキするメッキ工程と、

内部に銅供給源が収容された複数の銅溶解タンクの重量を個別に測定する重量測定工程と、

この重量測定工程の測定結果に基づいて、使用する銅溶解タンクを決定する使用タンク決定工程と、

この使用タンク決定工程により決定されたタンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法。

【請求項 2 2】

上記使用タンク決定工程が、上記重量測定工程による重量測定結果に基づいて上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出する銅重量算出工程と、

この銅重量算出工程で算出された重量に基づいて、最も重量が小さい銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定する工程とを含むことを特徴とする請求項 2 1 記載のメッキ方法。

【請求項 2 3】

酸化還元剤および銅イオンを含むメッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部に接続可能で、このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源が内部に収容された銅溶解タンクであって、

上記銅供給源が、メッキ液に対する溶解が開始されてから、上記銅供給源の表面の各部ではほぼ一様な溶解速度で溶解が進んで初期形状とほぼ相似である形状が失われるまでの表面積の変化率が 2 5 % 以下である形状を有することを特徴とす

る銅溶解タンク。

【請求項 2 4】

上記銅溶解タンクが、内部でメッキ液が所定の流路に沿って流れるように構成されており、

上記銅供給源の上記流路に沿う表面の面積が、上記銅供給源のメッキ液に対する溶解が開始されてから、上記銅供給源の表面の各部でほぼ一様な溶解速度で溶解が進んで初期形状とほぼ相似である形状が失われるまでほぼ一定であるような形状を有することを特徴とする請求項 2 3 記載の銅溶解タンク。

【請求項 2 5】

酸化還元剤および銅イオンを含むメッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部に接続可能で、このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源が内部に収容され、内部でメッキ液が所定の流路に沿って流れるように構成された銅溶解タンクであって、

上記銅供給源が、上記流路にほぼ平行に配置され、この流路にほぼ平行な管内壁および管外壁を有する管状銅供給源を含むことを特徴とする銅溶解タンク。

【請求項 2 6】

上記管状銅供給源が、複数本備えられており、この複数本の管状銅供給源が、上記流路と交差する断面において、単位面積あたりの接液周長がほぼ一定となるように、当該銅溶解タンク内に配置されていることを特徴とする請求項 2 5 記載の銅溶解タンク。

【請求項 2 7】

酸化還元剤および銅イオンを含むメッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部に接続可能で、このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源が内部に収容され、内部でメッキ液が所定の流路に沿って流れるように構成された銅溶解タンクであって、

上記銅供給源が、上記流路にほぼ平行に配置され、この流路にほぼ平行な一對の表面を有する板状銅供給源を含むことを特徴とする銅溶解タンク。

【請求項 2 8】

上記板状銅供給源は、上記流路にほぼ平行であるとともに互いに平行な複数の

平行板部を有するように整形されており、この複数の平行板部は、対向面同士の間隔がほぼ一定となるように等間隔に配置されていることを特徴とする請求項 27 記載の銅溶解タンク。

【請求項 29】

上記複数の平行板部は、上記板状銅供給源が、上記流路にほぼ平行な稜線を形成する複数の屈曲部で交互に折り返されることにより形成されていることを特徴とする請求項 28 記載の銅溶解タンク。

【請求項 30】

上記複数の平行板部は、上記板状銅供給源が、上記流路に交差する断面において渦巻き形状をなすように整形されることにより形成されていることを特徴とする請求項 28 記載の銅溶解タンク

【請求項 31】

板状銅供給源が、複数枚備えられており、この複数枚の板状銅供給源が、当該板状銅供給源の厚さ方向にほぼ等間隔に配置されていることを特徴とする請求項 27 記載の銅溶解タンク。

【請求項 32】

上記板状銅供給源が、互いにほぼ平行に配置された複数の平板状の銅供給源と、この平板状の銅供給源の間に配置され、上記流路に交差する断面が波形である波板状銅供給源とを含み、上記波板状銅供給源の稜線部が上記流路に沿って延びていることを特徴とする請求項 27 記載の銅溶解タンク。

【請求項 33】

上記銅供給源のメッキ液に対する溶解が開始される前の 1 k g あたりの表面積が  $2000\text{ cm}^2$  ないし  $20000\text{ cm}^2$  であることを特徴とする請求項 23 ないし 31 のいずれかに記載の銅溶解タンク。

【請求項 34】

処理対象の基板に接触させるメッキ液を収容可能で、メッキ液に通電させるための不溶性アノードが内部に配置されたメッキ槽、およびこのメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容でき、このメッキ槽との間でメッキ液を循環させるためのメッキ液収容槽を含むメッキ処理部と、

このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための請求項 23 ないし 32 のいずれかに記載の銅溶解タンクとを備えたことを特徴とするメッキ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハなどの基板に銅メッキを施すためのメッキ装置、それに使用する銅溶解タンクおよびカートリッジ、ならびにメッキ方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置の製造工程において、半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）の一方表面にメッキ処理を施すことがある。ウエハに銅メッキをするためのメッキ装置には、銅イオンを含むメッキ液を収容してウエハの一方表面にメッキ液を接触させるためのメッキ槽と、メッキ槽内に沈められた銅からなる溶解性のアノードと、ウエハに接触可能なカソードとを含むものがある（たとえば、下記特許文献 1 参照。）。

【0003】

メッキ時には、ウエハにカソードが接触され、ウエハの一方表面（下面）がメッキ槽に満たされたメッキ液に接触され、この状態でアノードとカソードとの間に通電される。これにより、メッキ液とウエハとの界面では、メッキ液中の銅イオンに電子が与えられて、ウエハの表面に銅原子が被着し、アノードとメッキ液との界面では、アノードを構成する銅原子は電子を奪われて銅イオンとなってメッキ液中に溶出する。アノード電極は、メッキ液に銅イオンを供給する銅供給源として機能する。

【0004】

このように、メッキ液中の銅イオンは、銅原子としてウエハに被着して失われる一方で、同じ量の銅イオンがアノードから供給され、メッキ液中の銅イオンの量はほぼ一定に保たれる。

【0005】

## 【特許文献1】

米国特許第6258220 B1号明細書

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところが、このようなメッキ装置においては、メッキ処理を繰り返すうちにアノード電極が消耗するので、アノード電極の交換作業が必要であった。メッキ槽は、処理対象のウエハの大きさ（径）に合わせて大きさが決められているので小さなものであり、また、アノード電極は重量が大きい。このため、メッキ槽深部に沈められたアノード電極を交換する作業は、労力を要するものであった。

## 【0007】

また、メッキ装置は、クリーンルーム内に設置されているが、アノード電極を交換する際、メッキ液の飛散等により、クリーンルームを銅汚染することになる。もし、意図しない銅が他工程にまぎれ込むと、素子（製品）の特性の劣化を招く。特に、硫酸銅を含むメッキ液は、乾燥して粉塵となり汚染の原因となりやすい。

さらに、アノード電極の交換時にはメッキ装置の内部がクリーンルーム内雰囲気露されているので、メッキ装置の内部を汚すことにもなる。特に、メッキ装置内のクリーン度がクリーンルームのクリーン度より高く設定されている場合、メッキ装置内を汚すことは、製品の品質を大きく低下させることとなる。

## 【0008】

メッキ処理は、銅からなるアノード電極の表面に、いわゆるブラックフィルムが形成された状態で、安定して行うことができる。ところが、アノード電極を新しいものに交換した際は、このブラックフィルムを形成するために、予備通電を行わなければならない、装置のダウンタイムが長くなり、装置の稼働率の低下を招いていた。

また、ブラックフィルムは、アノード電極に同じサイクルで通電するようにしなければ状態が安定しない。しかし、メッキ装置が必ず一定のサイクルで稼働されることはあり得ず、メッキ装置には休止状態のときがある。ブラックフィルムはメッキ装置が休止状態のときに変質してしまうので、その後メッキ装置を稼働



させると、良好にメッキ処理を行うことができず、製品の歩留まりが低下する。

【 0 0 0 9 】

さらに、アノード電極表面のブラックフィルムから泥状のスライムが発生するが、アノード電極からこれらのブラックフィルムやスライムが分離し、メッキ液を汚染し、メッキ処理に悪影響を及ぼすおそれもある。これを防ぐために、アノード電極をフィルタで覆うことも考えられる。しかし、アノード電極と電源とを接続する接続部があるために、アノード電極を完全にフィルタで覆うのは困難であった。また、フィルタでアノード電極を覆った場合、アノード電極の交換の作業性がさらに悪くなる。

【 0 0 1 0 】

そこで、この発明の目的は、銅供給源を容易に交換することができるメッキ装置を提供することである。

この発明の他の目的は、周囲を汚さずに銅供給源を交換できるメッキ装置を提供することである。

この発明のさらに他の目的は、良好にメッキできるメッキ装置を提供することである。

【 0 0 1 1 】

この発明のさらに他の目的は、稼働率を高くできるメッキ装置を提供することである。

この発明のさらに他の目的は、メッキ装置で用いられる銅供給源を容易に交換するためのカートリッジを提供することである。

この発明のさらに他の目的は、メッキ装置で用いられる銅供給源を、周囲を汚さずに交換するためのカートリッジを提供することである。

【 0 0 1 2 】

この発明のさらに他の目的は、メッキ装置で良好にメッキするための銅溶解タンクを提供することである。

この発明のさらに他の目的は、メッキ装置で稼働率を高くしてメッキするための銅溶解タンクを提供することである。

この発明のさらに他の目的は、良好にメッキできるメッキ方法を提供すること

である。

【0013】

この発明のさらに他の目的は、稼働率を高くできるメッキ方法を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の課題を解決するための請求項1記載の発明は、不溶性アノード(76)を有し、メッキ液を用いて基板(W)に銅メッキを施すためのメッキ処理部(12)と、このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅の線材からなる銅供給源(146)が収容された銅溶解タンク(110a~110c)と、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる第1循環手段(P1~P4)とを備えたことを特徴とするメッキ装置(10)である。

【0015】

なお、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

この発明によれば、アノード電極とは別に設けられた銅供給源から、メッキ液中へ銅イオンが供給される。これにより、メッキにより失われるメッキ液中の銅イオンを補うことができる。この場合、不溶性アノードを用いるので、溶解性のアノード電極を用いたときのようなブラックフィルムを形成する必要がない。

【0016】

したがって、ブラックフィルムを形成するための時間は不要であり、メッキ装置の稼働率を高くすることができる。また、ブラックフィルムやスライムによりメッキ液が汚染されることもないので、良好にメッキできる。メッキ装置が、休止状態を経て稼働される際も、ブラックフィルムに起因した不具合は生じ得ない。

メッキ液として、酸化還元剤を含むものを用いた場合、酸化還元剤を介した電子の受け渡しによって、上述の反応を継続して生じさせることができる。

【0017】

銅供給源を銅の線材とすることにより、銅供給源を軽量化でき、かつ、その表面積（メッキ液との接触面積）を大きくすることができる。銅供給源の表面積を大きくすることにより、銅供給源からメッキ液への銅イオンの供給速度を大きくすることができる。また、銅供給源は銅の線材が三次元的な構造を形成していることが好ましい。この場合、銅供給源が粒子状の銅の集合物である場合と比べて、空隙率を大きくすることができ、銅溶解タンク内を流れるメッキ液の圧力損失を小さくすることができる。

## 【 0 0 1 8 】

銅の線材は、たとえば、ウール状、つるまきバネ状、渦巻状等の形状であってもよい。また、銅の線材を織ってメッシュ部材を作製し、このメッシュ部材を複数枚積層して三次元構造を形成してもよい。

このメッキ装置は、基板の周縁部のエッチングや基板表面の洗浄を行う後処理部などを備えた基板処理装置として構成されていてもよい。

請求項 2 記載の発明は、上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽（6 1 a ～ 6 1 d）と、このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽（5 5）と、上記メッキ槽と上記メッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる第 2 循環手段（P 5）とを備え、上記銅溶解タンクが、上記メッキ液収容槽を介して上記メッキ処理部に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のメッキ装置である。

## 【 0 0 1 9 】

メッキ液収容槽により、メッキ処理部で用いるメッキ液の総量を多くすることができ、メッキ液組成（たとえば、銅イオンの濃度）の変化を小さくすることができる。メッキ液収容槽の容量は、たとえば、1 リットル以上 1 0 0 0 リットル以下とすることができる。

請求項 3 記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材（1 4 6）を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のメッキ装置である。

## 【 0 0 2 0 】

このような銅供給源を用いることにより、初期的な空隙率を制御しやすく、かつ銅供給源が溶解することによる空隙率の変化を少なくすることができる。

請求項4記載の発明は、上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口（117E）およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口（116E）を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジ（140）を含むことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のメッキ装置である。

#### 【0021】

このカートリッジはメッキ装置に着脱自在なので、銅供給源の交換が容易である。すなわち、消耗した銅供給源が収容されたカートリッジと新しい銅供給源が収容されたカートリッジとを交換することにより銅供給源を交換でき、銅供給源を直接取り扱う必要がない。このため、銅供給源（カートリッジ）を交換する際、周囲を汚すことがない。

請求項5記載の発明は、不溶性アノード（76）を有し、メッキ液を用いて基板（W）に銅メッキを施すためのメッキ処理部（12）と、このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源（146）が収容された銅溶解タンク（110a～110c）と、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段（P1～P4）と、上記銅供給源の表面の変質を防止するための置換液を、上記銅溶解タンクに供給する置換液供給手段（111, 112, 124, 135, 137, P5）と、上記メッキ処理部でメッキ処理がされているときは、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させ、上記メッキ処理部でのメッキ処理が終了した後に、上記メッキ液の循環を停止し、上記銅溶解タンク内のメッキ液を上記置換液供給手段からの置換液で置換するように制御する制御部（155）とを備えたことを特徴とするメッキ装置（10）である。

#### 【0022】

メッキ処理部でメッキ処理がされていないときに、銅供給源をメッキ液中に放置しておく、メッキ液の銅イオン濃度が適正濃度範囲を超えて高くなり、また、銅供給源の表面が不可逆的に変質し、メッキ処理を再開したときに良好にメ

キできなくなる。そこで、メッキ処理を行わないときに、銅供給源を置換液に浸し、メッキ液と銅供給源とを分離することにより、上述の問題を回避することができる。

#### 【0023】

上述の銅供給源表面の変質は、メッキ処理部でメッキ処理が終了されてから、数時間経過すると起こる場合がある。このため、「メッキ処理が終了」とは、たとえば、数時間以内にメッキ処理を再開しない場合をいうものとすることができる。この場合、メッキ処理部でメッキ処理操作が終了した直後に、銅溶解タンク内のメッキ液を置換液に置換するものとすることができる。

一方、メッキ処理部で一旦メッキ処理を終了した場合でも、生産計画の変更等により、すぐにメッキ処理を再開する場合がある。この場合、銅溶解タンク内のメッキ液が置換液に置換されていると、再び銅溶解タンク内をメッキ液に置換しなければならず、生産性が低下する。このため、銅溶解タンク内のメッキ液は、メッキ処理部におけるメッキ処理操作が終了してから、たとえば、2～3時間の待機時間が経過した後に、置換液に置換するものとしてもよい。

#### 【0024】

銅溶解タンク内のメッキ液を置換液に置換する際は、たとえば、一旦銅溶解タンク内からメッキ液を抜き出して、銅溶解タンクを空にしてから（気体を導入してから）、銅溶解タンク内に置換液を導入することとすることができる。

このメッキ装置は、銅溶解タンク中の置換液をメッキ液に混合されないように排出する手段を備えたものとすることができる。この場合、メッキ処理を再開するときには、銅溶解タンク内の置換液を排出した後、銅溶解タンク内にメッキ液を導入し、銅溶解タンクとメッキ処理部との間でメッキ液を循環させることができる。

#### 【0025】

置換液は、純水または酸性水溶液（たとえば、硫酸水溶液）とすることができる。

請求項6記載の発明は、上記銅溶解タンクに純水を供給する純水供給手段（111, 135, P5）をさらに備え、上記制御部が、上記メッキ処理部でのメッ

キ処理が終了した後に、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換した後に置換液で置換するように制御することを特徴とする請求項5記載のメッキ装置である。

【0026】

この発明によれば、銅溶解タンク内は一旦純水で置換された後置換液で置換されるので、置換液へのメッキ液の混入を少なくできる。これにより、銅供給源の表面状態を良好に保つことができる。

請求項7記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材(146)を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項5または6記載のメッキ装置である。

【0027】

この銅溶解タンクは、請求項3記載のメッキ装置の銅溶解タンクと同様の効果を奏することができる。

請求項8記載の発明は、上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口(117E)およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口(116E)を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジ(140)を含むことを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載のメッキ装置である。

【0028】

このカートリッジは、請求項4記載のメッキ装置のカートリッジと同様の効果を奏することができる。

請求項9記載の発明は、不溶性アノード(76)を有し、メッキ液を用いて基板(W)に銅メッキを施すためのメッキ処理部(12)と、このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源(146)が収容された複数の銅溶解タンク(110a~110c)と、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段(P1~P4)と、上記複数の銅溶解タンクの重量を個別に計測する重量計測手段(154a~154c)と、上記重量計測手段の計測結果に基づいて使用する銅溶解タンクを決定し、その銅溶

解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるように制御する制御部（１５５）とを備えたことを特徴とするメッキ装置（１０）である。

【００２９】

銅溶解タンクが複数ある場合、そのうちの一部（例えば１つ）をメッキ処理時に使用し、他のものは予備（リザーブ）として、いつでも使用できる状態にしておくことができる。これにより、使用中の銅溶解タンク内の銅供給源が消耗し、十分に銅イオンを供給できない状態になったとき、すぐに予備の銅溶解タンクに切り替えることができる。

請求項１０記載の発明は、上記制御部が、上記重量計測手段の計測結果に基づいて、上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出し、最も重量が小さい上記銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定することを特徴とする請求項９記載のメッキ装置である。

【００３０】

この発明によれば、複数の銅溶解タンクのうち、最も重量が小さい銅供給源が収容されたものから使用される。したがって、予備の銅溶解タンクは、十分重量が大きい銅供給源が収容されたものとなるので、使用済みの銅溶解タンクを新しいものに交換するための時間的余裕がある。

制御部は、使用する銅溶解タンクとして、内部に収容された銅供給源の重量が小さい順に２つ以上を選ぶものであってもよい。これらの２つ以上の銅溶解タンクは、同時に使用することとすることができる。

【００３１】

請求項１１記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材（１４６）を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項９または１０記載のメッキ装置である。

この銅溶解タンクは、請求項３記載のメッキ装置の銅溶解タンクと同様の効果を奏することができる。

【００３２】

請求項１２記載の発明は、上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱

自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口（１１７Ｅ）およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口（１１６Ｅ）を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジ（１４０）を含むことを特徴とする請求項９ないし１１のいずれかに記載のメッキ装置である。

このカートリッジは、請求項４記載のメッキ装置のカートリッジと同様の効果を奏することができる。

#### 【００３３】

請求項１３記載の発明は、不溶性アノード（７６）を有する銅メッキをするためのメッキ装置（１０）に着脱自在で、このメッキ装置で用いられるメッキ液に銅イオンを供給するためのカートリッジ（１４０）であって、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口（１１７Ｅ）およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口（１１６Ｅ）を有し、銅の線材からなる銅供給源（１４６）が内部に収容されていることを特徴とするカートリッジである。

#### 【００３４】

このカートリッジは、請求項４、８、または１２記載のメッキ装置のカートリッジとして用いることができ、請求項４、８、または１２記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項１４記載の発明は、上記銅供給源が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路を横切るように配されていることを特徴とする請求項１３記載のカートリッジである。

#### 【００３５】

この発明によれば、メッキ液は銅供給源を回避して流れることはできず、銅供給源内の空隙を通して流れるので、銅供給源は効率的にメッキ液に溶解される。

請求項１５記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材（１４６）を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項１３または１４記載のカートリッジである。

#### 【００３６】

このカートリッジは、請求項３記載のメッキ装置と同様の効果を奏することが



できる。

カートリッジ内を流れるメッキ液の圧力損失を十分小さくするため、銅供給源の空隙率は、請求項 1 6 記載のように、30%以上とすることが好ましい。

請求項 1 7 記載の発明は、不溶性アノード（76）を備えたメッキ処理部（12）で、基板（W）の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、内部に銅の線材からなる銅供給源（146）が収容された銅溶解タンク（110a～110c）と上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法である。

#### 【0037】

このメッキ方法は、請求項 1 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 1 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 1 8 記載の発明は、上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽（61a～61d）と、このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽（55）とを備え、上記メッキ工程が、上記メッキ槽に収容されたメッキ液に基板を接触させてメッキを行う工程を含み、上記メッキ液循環工程が、上記メッキ槽とメッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる工程と、上記メッキ液収容槽と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる工程とを含むことを特徴とする請求項 1 7 記載のメッキ方法である。

#### 【0038】

このメッキ方法は、請求項 2 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 2 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 1 9 記載の発明は、不溶性アノード（76）を備えたメッキ処理部（12）で、基板（W）の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、このメッキ工程実行中に、内部に銅供給源（146）が収容された銅溶解タンク（110a～110c）と上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程と、上記銅溶解タンク内のメッキ液を、上記銅供給源の表面の変質を防止するための置換液で置換する置換工程とを含むことを特徴とするメッキ方法である。

#### 【0039】

このメッキ方法は、請求項 5 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 5 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 2 0 記載の発明は、上記置換工程が、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換する純水置換工程と、この純水置換工程の後、上記銅溶解タンク内を上記置換液で置換する工程とを含むことを特徴とする請求項 1 9 記載のメッキ方法である。

#### 【 0 0 4 0 】

このメッキ方法は、請求項 6 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 6 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 2 1 記載の発明は、不溶性アノード（7 6）を備えたメッキ処理部（1 2）で、基板（W）の表面をメッキ液に接触させてメッキするメッキ工程と、内部に銅供給源（1 4 6）が収容された複数の銅溶解タンク（1 1 0 a ～ 1 1 0 c）の重量を個別に測定する重量測定工程と、この重量測定工程の測定結果に基づいて、使用する銅溶解タンクを決定する使用タンク決定工程と、この使用タンク決定工程により決定されたタンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法である。

#### 【 0 0 4 1 】

このメッキ方法は、請求項 9 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 9 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 2 2 記載の発明は、上記使用タンク決定工程が、上記重量測定工程による重量測定結果に基づいて上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出する銅重量算出工程と、この銅重量算出工程で算出された重量に基づいて、最も重量が小さい銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定する工程とを含むことを特徴とする請求項 2 1 記載のメッキ方法である。

#### 【 0 0 4 2 】

このメッキ方法は、請求項 1 0 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 1 0 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 2 3 記載の発明は、酸化還元剤および銅イオンを含むメッキ液を用いて

基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部（１２）に接続可能で、このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源（２０３，２１９，２２０ａ～２２０ｅ）が内部に収容された銅溶解タンク（２１０ａ，２１０ｂ）であって、上記銅供給源が、メッキ液に対する溶解が開始されてから、上記銅供給源の表面の各部でほぼ一様な溶解速度で溶解が進んで初期形状とほぼ相似である形状が失われるまでの表面積の変化率が２５％以下である形状を有することを特徴とする銅溶解タンクである。

#### 【００４３】

銅供給源のメッキ液への銅イオン供給能力は、銅供給源の表面積に比例する。したがって、銅供給源のメッキ液への溶解が進行しその表面積が小さくなると、銅供給源のメッキ液への銅イオン供給能力が低下する。メッキ処理中、メッキ液から処理対象基板への銅イオン供給速度に対して、銅供給源からメッキ液への銅イオン供給速度が小さくなると、メッキ液中の銅イオン濃度は適正な濃度範囲を超えて低下し、良好にメッキできなくなる。この場合、メッキ液の銅供給源に対する流れの速さを調整するなどして、銅メッキ液への銅イオンの供給速度が一定になるようにしなければならない。

#### 【００４４】

この発明によれば、銅供給源が、メッキ液に対する溶解が開始されてから、表面の各部でほぼ一様な溶解速度で溶解が進んで初期形状とほぼ相似である形状が失われるまでの表面積の変化率は、２５％以下と小さい。したがって、銅供給源の初期形状とほぼ相似である形状が失われる前に、銅供給源を新たなものと交換するようにすると、銅供給源は常におよそ一定の表面積を有することになる。

この場合、銅供給源のメッキ液への銅イオン供給能力はほぼ一定となり、メッキ液中の銅イオン濃度を容易にほぼ一定に保つことができる。すなわち、銅供給源の形状を上述のものに選択するだけ、メッキ液中の銅イオン濃度を容易にほぼ一定に保つことができる。これにより、基板に対して良好にメッキできる。

#### 【００４５】

初期形状と相似である形状が失われるとは、たとえば、銅供給源の溶解が極端に進んで、銅供給源の一部に貫通孔があくような場合をいうものとすることがで

きる。

請求項 2 4 記載の発明は、上記銅溶解タンクが、内部でメッキ液が所定の流路に沿って流れるように構成されており、上記銅供給源（2 0 3，2 1 9，2 2 0 a～2 2 0 e）の上記流路に沿う表面の面積が、上記銅供給源のメッキ液に対する溶解が開始されてから、上記銅供給源の表面の各部でほぼ一定な溶解速度で溶解が進んで初期形状とほぼ相似である形状が失われるまでほぼ一定であるような形状を有することを特徴とする請求項 2 3 記載の銅溶解タンク（2 1 0 a，2 1 0 b）である。

【0 0 4 6】

この発明によれば、銅供給源の流路に沿う面からほぼ一定の割合で銅イオンを溶出させることができる。銅供給源が流路に沿って延びる形状を有する場合、銅供給源の表面積のうち流路に沿う面が大部分を占める。この場合、銅供給源は全体として、ほぼ一定の割合でメッキ液に銅イオンを供給できる。

ここで、メッキ液について流路とは、銅溶解タンク内部に銅供給源が収容されていなかった場合のメッキ液の流路を意味し、銅溶解タンク内のメッキ液流通空間の内壁に沿うものとなる。すなわち、銅供給源の存在によりメッキ液の流れの方向が変更される場合を含まないものとする。

【0 0 4 7】

請求項 2 5 記載の発明は、酸化還元剤および銅イオンを含むメッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部（1 2）に接続可能で、このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源（2 0 3，2 1 9）が内部に収容され、内部でメッキ液が所定の流路に沿って流れるように構成された銅溶解タンク（2 1 0 a，2 1 0 b）であって、上記銅供給源が、上記流路にほぼ平行に配置され、この流路にほぼ平行な管内壁および管外壁を有する管状銅供給源を含むことを特徴とする銅溶解タンクである。

【0 0 4 8】

管状銅供給源は、メッキ液への溶解が進行するにしたがって、肉厚が薄くなるとともに長さが短くなる。しかし、管状銅供給源の長さが充分長い場合は、長さの変化率は肉厚の変化率に比べて無視できるほど小さい。このため、溶解が進む

に従って、端面の面積は肉厚とともに急激に小さくなるが、外壁および内壁の面積の変化率は小さい。

また、肉厚が充分薄い場合、管状銅供給源において、全表面積に対する端面の面積が占める割合は小さい。以上のことから、管状銅供給源は、メッキ液に対する溶解が開始されてから、表面の各部でほぼ一様に溶解が進んで初期形状とほぼ相似である形状が失われるまでの表面積の変化は小さい。

【 0 0 4 9 】

また、管状銅供給源は、流路にほぼ平行に配置されていることにより、メッキ液にほぼ均等に溶解する。このため、管状銅供給源は、ほぼ完全に溶解する直前まで、初期形状とほぼ相似である形状およびほぼ一定の表面積を維持して、メッキ液へほぼ一定の割合で銅イオンを供給できる。

さらに、管状銅供給源を流路にほぼ平行に配置することにより、管状銅供給源によるメッキ液の圧力損失を小さくできる。したがって、たとえば、ポンプによりメッキ処理部と銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる場合、ポンプの負担を少なくすることができる。

【 0 0 5 0 】

上記管状銅供給源は、請求項 2 6 記載のように、複数本備えられており、この複数本の管状銅供給源が、上記流路と交差する断面において、単位面積あたりの接液周長がほぼ一定となるように、当該銅溶解タンク内に配置されていてもよい。管状銅供給源を複数本用いることにより、一定の容積を有する銅溶解タンク内における銅供給源の表面積を大きくし、銅イオン供給能力を大きくすることができる。また、複数本の管状銅供給源を、上記流路と交差する断面において、単位面積あたりの接液周長がほぼ一定となるように配置することにより、メッキ液に対して複数の管状銅供給源がほぼ均等に溶解するようにできる。

【 0 0 5 1 】

請求項 2 7 記載の発明は、酸化還元剤および銅イオンを含むメッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部（1 2）に接続可能で、このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源（2 2 0 a ～ 2 2 0 e）が内部に収容され、内部でメッキ液が所定の流路に沿って流れるように

構成された銅溶解タンク（210a, 210b）であって、上記銅供給源が、上記流路にほぼ平行に配置され、この流路にほぼ平行な一对の表面を有する板状銅供給源（220a～220e）を含むことを特徴とする銅溶解タンクである。

【0052】

この発明によれば、板状銅供給源も管状銅供給源と同様、メッキ液への溶解に伴う長さや幅の変化率は厚み（肉厚）の変化率に比して小さく、全体に占める端面の面積の割合は少ない。このため、板状銅供給源は、メッキ液への溶解に伴い厚みが薄くなっても、表面積はほとんど変化しない。したがって、銅板も、貫通孔があくなど初期形状とほぼ相似である形状が失われるまで、ほぼ一定の表面積が維持され、メッキ液にほぼ一定の割合で銅イオンを供給できる。

【0053】

請求項28記載の発明は、上記板状銅供給源（220b, 220e）は、上記流路にほぼ平行であるとともに互いに平行な複数の平行板部（220f, 220g）を有するように整形されており、この複数の平行板部は、対向面同士の間隔がほぼ一定となるように等間隔に配置されていることを特徴とする請求項27記載の銅溶解タンクである。

この発明によれば、メッキ液はほぼ等間隔にされた平行板部の間を均等に流れることができるので、メッキ液に対して平行板部の各部でほぼ一様な溶解速度で溶解する。したがって、銅供給源はほぼ相似である形状が維持されやすい。

【0054】

上記複数の平行板部（220f）は、請求項29記載のように、上記板状銅供給源が、上記流路にほぼ平行な稜線を形成する複数の屈曲部（220h）で交互に折り返されることにより形成されていてもよい。また、上記複数の平行板部（220g）は、請求項30記載のように、上記板状銅供給源が、上記流路に交差する断面において渦巻き形状をなすように整形されることにより形成されていてもよい。

【0055】

これらの発明によれば、板状銅供給源が屈曲部を有すること、または渦巻き形状にされていることにより、一定の容積を有する銅溶解タンク内における銅供給

源の表面積を大きくし、銅イオン供給能力を大きくすることができる。

請求項 3 1 記載の発明は、上記板状銅供給源（2 2 0 a）が、複数枚備えられており、この複数枚の板状銅供給源が、当該板状銅供給源の厚さ方向にほぼ等間隔に配置されていることを特徴とする請求項 2 7 記載の銅溶解タンクである。

【0 0 5 6】

この場合も、メッキ液は板状銅供給源の間を均等に流れることができるので、メッキ液に対してほぼ均等に溶解する。

請求項 3 2 記載の発明は、上記板状銅供給源が、互いにほぼ平行に配置された複数の平板状の銅供給源（2 2 0 a）と、この平板状の銅供給源の間に配置され、上記流路に交差する断面が波形である波板状銅供給源（2 2 0 d）とを含み、上記波板状銅供給源の稜線部が上記流路に沿って延びていることを特徴とする請求項 2 7 記載の銅溶解タンクである。

【0 0 5 7】

平板状の銅供給源の間に断面波形の銅供給源を配置することにより、一定の容積を有する銅溶解タンク内における銅供給源の表面積を大きくすることができる。

請求項 3 3 記載の発明は、上記銅供給源のメッキ液に対する溶解が開始される前の 1 k g あたりの表面積が  $2 0 0 0 \text{ cm}^2$  ないし  $2 0 0 0 0 \text{ cm}^2$  であることを特徴とする請求項 2 3 ないし 3 1 のいずれかに記載の銅溶解タンクである。

【0 0 5 8】

この発明によれば、銅供給源の単位重量あたりの表面積（比表面積）が大きくなっているので、銅溶解タンクの軽量化を図りつつメッキ液への銅イオン供給能力を大きくすることができる。したがって、たとえば、この銅溶解タンクが上記メッキ装置に対して着脱自在で、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジを含む場合、カートリッジを容易に交換して銅供給源を補充できる。

請求項 3 4 記載の発明は、処理対象の基板（W）に接触させるメッキ液を収容可能で、メッキ液に通電させるための不溶性アノード（7 6）が内部に配置されたメッキ槽（5 6 a ～ 5 6 d）、およびこのメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容でき、このメッキ槽との間でメッキ液を循環させるためのメッキ液収容槽（5

5) を含むメッキ処理部 (12) と、このメッキ処理部で使用されるメッキ液に銅イオンを供給するための請求項 23 ないし 32 のいずれかに記載の銅溶解タンク (210a, 210b) とを備えたことを特徴とするメッキ装置 (10) である。

#### 【0059】

この発明によれば、処理対象の基板に被着して失われるメッキ液中の銅イオンを、銅供給源から補うことができる。銅溶解タンクからは、ほぼ一定の割合でメッキ液に銅イオンが供給されるので、メッキ液中の銅イオン濃度を容易にほぼ一定に保ち、基板に対して良好にメッキできる。また、メッキ液収容槽に、メッキ槽の容積に比して大量のメッキ液を収容してメッキすることにより、メッキによるメッキ液の組成変化を少なくできる。また、不溶性アノードは消耗が少ないのでほとんど交換する必要がない。

#### 【0060】

このメッキ装置は、上記メッキ液収容槽と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させるための第1循環手段や、上記メッキ液収容槽と上記メッキ槽との間でメッキ液を循環させる第2循環手段を備えていてもよい。

#### 【0061】

##### 【発明の実施の形態】

以下では、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係る基板処理装置10の構成を示すブロック図である。

この基板処理装置10は、メッキ液を用いて半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）の表面にメッキ処理を施したり、メッキ後のウエハの周縁部をエッチング（いわゆる、ベベルエッチング）するためのウエハ処理部1、メッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源を備えてメッキ液の主成分を管理する主成分管理部2、メッキ液の微量成分を管理するための微量成分管理部3、およびメッキ後の後処理に用いる後処理薬液をウエハ処理部1に供給するための後処理薬液供給部4を備えている。この基板処理装置10は、クリーンルーム内に設置さ



れて使用される。

【 0 0 6 2 】

ウエハ処理部 1 で使用されるメッキ液は、支持電解質としての硫酸、目的金属である銅のイオン、酸化還元剤としての鉄、および水を主成分として含んでおり、塩素、メッキを抑制する添加剤、メッキを促進する添加剤などを微量成分として含んでいる。

ウエハ処理部 1 と主成分管理部 2 との間には、これらの間でメッキ液を双方向に移送するための 2 本のメッキ液移送管 P 1 2 a, P 1 2 b が配設されている。同様に、ウエハ処理部 1 と微量成分管理部 3 との間には、これらの間でメッキ液を双方向に移送するための 2 本のメッキ液移送管 P 1 3 a, P 1 3 b が配設されている。また、ウエハ処理部 1 と後処理薬液供給部 4 との間には、後処理薬液供給部 4 からウエハ処理部 1 へ後処理薬液を送るための後処理薬液配管 P 1 4 が配設されている。

【 0 0 6 3 】

また、ウエハ処理部 1 は、基板処理装置 1 0 全体を制御するためのシステムコントローラを備えている。ウエハ処理部 1 と、主成分管理部 2、微量成分管理部 3、および後処理薬液供給部 4 とは、それぞれ信号線 L 1 2, L 1 3, L 1 4 で接続されており、ウエハ処理部 1 に備えられたシステムコントローラにより、主成分管理部 2、微量成分管理部 3、および後処理薬液供給部 4 の動作が制御されるようになっている。

【 0 0 6 4 】

微量成分管理部 3 は、メッキ液移送管 P 1 3 a を介して、ウエハ処理部 1 で用いられているメッキ液を微量成分管理部 3 内へと移送（サンプリング）して、少なくとも 1 種類の微量成分に関して C V S (Cyclic Voltammetric Stripping) 分析できる。微量成分管理部 3 は、さらに、その分析結果に基づいて、ウエハ処理部 1 内のメッキ液の当該微量成分が所定の濃度範囲になるように補充すべき微量成分の量を演算により求め、その量の当該微量成分をメッキ液移送管 P 1 3 b を介してウエハ処理部 1 内のメッキ液に補充することができる。

【 0 0 6 5 】

後処理薬液供給部 4 が供給する後処理薬液は、ベベルエッチングを行う際に用いるエッチング液や洗浄液などである。

図 2 は、ウエハ処理部 1 の図解的な平面図である。

ウエハ処理部 1 は、ウエハ W の表面にメッキにより銅薄膜を形成し、その後このウエハ W の周縁部をエッチングし、ウエハ W 表面全体を洗浄処理するための装置である。

#### 【 0 0 6 6 】

水平方向に沿う直線状の第 1 搬送路 1 4 に沿って、ウエハ搬入／搬出部 1 9 が配されている。ウエハ搬入／搬出部 1 9 には、ウエハ W を収容することができるカセット C を各 1 個ずつ載置することができる複数（この実施形態においては 4 つ）のカセットステージ 1 6 が、第 1 搬送路 1 4 に沿って配列されている。

一方、第 1 搬送路 1 4 に直交する水平方向に沿って、直線状の第 2 搬送路 1 5 が設けられている。この第 2 搬送路 1 5 は、この実施形態では、第 1 搬送路 1 4 のほぼ中間位置から延びている。第 2 搬送路 1 5 の一方側には、第 2 搬送路 1 5 に沿って配列された 4 つのメッキ処理ユニット 2 0 a ～ 2 0 d を備えたメッキ処理部 1 2 が配されている。各メッキ処理ユニット 2 0 a ～ 2 0 d は、ウエハ W 表面に銅メッキを施すことができる。

#### 【 0 0 6 7 】

また、第 2 搬送路 1 5 の他方側には、第 2 搬送路 1 5 に沿って配列された 2 つのベベルエッチングユニット 2 1 a, 2 1 b および 2 つの洗浄ユニット 2 2 a, 2 2 b を備えた後処理部 1 3 が配されている。ベベルエッチングユニット 2 1 a, 2 1 b は、ウエハ W 周縁部にエッチング処理を施すことができ、洗浄ユニット 2 2 a, 2 2 b はウエハ W の表面を洗浄できる。

第 1 搬送路 1 4 および第 2 搬送路 1 5 は T 字状の搬送路を形成していて、この T 字状の搬送路には、1 台の搬送ロボット T R が配置されている。搬送ロボット T R は、第 2 搬送路 1 5 に沿って配された搬送ガイドレール 1 7 と搬送ガイドレール 1 7 に沿って移動可能なロボット本体 1 8 とを備えている。搬送ロボット T R の動作は、搬送コントローラ 2 9 により制御されるようになっている。

#### 【 0 0 6 8 】

ロボット本体18は、第1搬送路14に沿ってウエハWを搬送することができる。するとともに、第2搬送路15に沿ってウエハWを搬送することができる。したがって、ロボット本体18は、カセットステージ16に載置されたカセットCにアクセスしてウエハWの出し入れを行うことができる。とともに、メッキ処理ユニット20a～20d、ベベルエッチングユニット21a、21b、および洗浄ユニット22a、22bにアクセスしてウエハWの出し入れを行うことができる。

## 【0069】

ロボット本体18は、カセットCから未処理のウエハWを搬出すると、メッキ処理ユニット20a～20dのいずれかの前まで移動して、このメッキ処理ユニット20a～20dから処理済のウエハWを搬出し、その後に未処理のウエハWを当該メッキ処理ユニット20a～20dに搬入する。

さらに、ロボット本体18は、メッキ処理ユニット20a～20dから搬出したウエハWを、ベベルエッチングユニット21a、21bのいずれかに搬入する。この搬入に先立って、ロボット本体18は、当該ベベルエッチングユニット21a、21bから、ベベルエッチング処理済のウエハWを搬出する。ロボット本体18は、この搬出したウエハWを保持して第2搬送路15を走行し、洗浄ユニット22a、22bのいずれかに当該ウエハWを搬入する。このウエハWの搬入に先立ち、ロボット本体18は、当該洗浄ユニット22a、22bから洗浄処理済のウエハWを搬出する。

## 【0070】

その後、ロボット本体18は、処理済のウエハWを保持した状態で、第2搬送路15を第1搬送路14に向かって走行する。第1搬送路14に達すると、ロボット本体18は、この搬送路14に沿って移動することにより、カセットステージ16のいずれかに載置されたカセットCの前に移動し、当該カセットCにウエハWを搬入することになる。以上は、ウエハWの基本的な搬送系路であるが、ロボット18はこれ以外の順序でウエハWを搬送することも可能である。

## 【0071】

ウエハ処理部1は、外部環境の影響を受けないようにエンクロージャにより取り囲まれている。

図3は、ウエハ処理部1のエンクロージャ30の構造を示す図解的な斜視図である。

エンクロージャ30は、複数の壁により、外形がほぼ直方体に形成されている。エンクロージャ30内で、第2搬送路15とメッキ処理部12との間、および第2搬送路15と後処理部13との間は、それぞれ隔壁が設けられており、ウエハWの受け渡しを行うとき以外は、この隔壁により第2搬送路15が配された空間とメッキ処理部12内の空間および後処理部13内の空間との間は遮られている。

#### 【0072】

エンクロージャ30上部の壁には、空気中の異物を除去するフィルタ31が取り付けられている。フィルタ31は、カセットステージ16、第1搬送路14、および第2搬送路15の上方に配された第1フィルタ31aと、後処理部13の上方に配された第2フィルタ31bとを含んでいる。第1フィルタ31aの上方には、図示しないファンが取り付けられており、エンクロージャ30外部の空気をエンクロージャ30内に押し込むようにされている。

#### 【0073】

エンクロージャ30において、第2搬送路15の下方に位置する部分には、第2搬送路15の長さ方向に沿って延びる複数のスリット状の開口36が形成されている。第2搬送路15が配された空間は、エンクロージャ30およびその内部の隔壁で仕切られているので、第1フィルタ31aを介してエンクロージャ30内に空気が押し込まれると、第2搬送路15が配された空間は陽圧となり、内部の空気は開口36からエンクロージャ30外部へと排出される。これにより、第2搬送路15が配された空間内部では、上方から下方に向かって流れる空気の流れ（ダウンプロー）が生じる。

#### 【0074】

第2搬送路15が配された空間内では、薬液等は使用されないもので、この空間を通過することによって空気は汚れない。このため、第2搬送路15が配された空間内の空気は、開口36からエンクロージャ30周辺に排出されるようになっている。

エンクロージャ 30 のカセットステージ 16 側とは反対側の側面において、メッキ処理部 12 を囲んでいる壁の下部、および後処理部 13 を囲んでいる壁の下部には、それぞれ排気口 32, 33 が形成されている。排気口 32, 33 には、それぞれ排気ダクト 34, 35 の一端が接続されており、排気ダクト 34, 35 の他端は、工場内の排気設備配管に接続されている。こうして、メッキ処理部 12 内および後処理部 13 内でメッキ液や後処理薬液に曝された可能性のある空気を、クリーンルーム外に強制排気することができる。

## 【0075】

後処理部 13 内の空気が排気口 33 から強制排気されることにより、後処理部 13 内は負圧となり、空気は、第 2 フィルタ 31 b を介して後処理部 13 内に吸い込まれ、後処理部 13 の空間内をダウンフローとなって流れる。

図 4 は、ロボット本体 18 の構造を説明するための図であり、図 4 (a) はその図解的な平面図であり、図 4 (b) はその図解的な側面図であり、図 4 (c) はその図解的な正面図である。

## 【0076】

ロボット本体 18 は、基台部 23 と、この基台部 23 に取り付けられた垂直多関節アーム 24 と、垂直多関節アーム 24 に取り付けられた回転駆動機構 25 と、この回転駆動機構 25 によって鉛直方向に沿う回転軸線 V0 まわりに回転駆動される基板保持部 26 とを有している（図 4 (a) には、基板保持部 26 のみを示している。）。

基板保持部 26 は、上部に平坦部を有する本体部 40 と、この本体部 40 の平坦部上に設けられた一对の進退アーム 41, 42 とを備えている。この一对の進退アーム 41, 42 を水平方向に進退させるための進退駆動機構（図示せず）は、本体部 40 に内蔵されている。

## 【0077】

進退アーム 41, 42 は、それぞれ、第 1 アーム部 41 a, 42 a、第 2 アーム部 41 b, 42 b および基板保持ハンド（エフェクタ）41 c, 42 c を備えている。本体部 40 は、平面視においてほぼ円形であり、その周縁部近傍に第 1 アーム部 41 a, 42 a が鉛直方向に沿う回転軸線まわりにそれぞれ回転可能に

取り付けられている。これらの第1アーム部41a, 42aは、本体部40内の進退駆動機構によって、回転軸線まわりに回転駆動される。

## 【0078】

進退アーム41, 42は、いわゆるスカラーロボットを形成しており、第1アーム部41a, 42aの回転に連動して、第2アーム部41b, 42bが、鉛直方向に沿う回転軸線まわりにそれぞれ回転する。これにより、進退アーム41, 42は第1および第2アーム部41a, 42a; 41b, 42bを屈伸させて、基板保持ハンド41c, 42cを進退させる。

進退アーム41, 42は、収縮状態において、基板保持ハンド41c, 42cを上下に重なり合った位置に保持する(図4(a))。そのため、一方の進退アーム41の基板保持ハンド41cは、他方の進退アーム42の基板保持ハンド42cとの干渉を避けることができるように、屈曲形状に形成されている(図4(b))。

## 【0079】

第1アーム24aは、基台部23に対して、水平方向に沿う回転軸線H1まわりの回転が可能であるように取り付けられている。そして、第1アーム24aの他端に、第2アーム24bの一端が水平な回転軸線H2まわりの回転が可能であるように取り付けられている。さらに、第2アーム24bの他端には、回転駆動機構25が、水平な回転軸線H3まわりに回転が可能であるように取り付けられている。回転軸線H1, H2, H3は互いに平行である。

## 【0080】

基台部23には、第1アーム24aを回転させるためのモータ27が設けられており、第1アーム24aと第2アーム24bとの連結部には、第2アーム24bを回転駆動するためのモータ28が設けられている。モータ28は、モータ27と同期して回転するようになっており、第2アーム24bには、モータ28からの駆動力を回転駆動機構25側に伝達するための駆動力伝達機構(図示せず)が内蔵されている。これによって、回転駆動機構25は、第1アーム24aおよび第2アーム24bが回転されたときでも、基板保持部26を常に同じ姿勢(たとえば、ウェハWを水平に保持できる姿勢)に保持するようになっている。

## 【 0 0 8 1 】

回転駆動機構 2 5 にはモータ（図示せず）が内蔵されていて、このモータからの駆動力を得て、回転駆動機構 2 5 は、基板保持部 2 6 を鉛直方向に沿う回転軸線 V 0 まわりに回転駆動する。

このような構成によって、搬送ロボット T R は、基板保持ハンド 4 1 c, 4 2 c を、図 4（c）において斜線を付して示す範囲で水平方向および鉛直方向に移動させることができる。

## 【 0 0 8 2 】

ロボット本体 1 8 がカセットステージ 1 6（図 2 参照）に載置されたカセット C にアクセスするときには、図示しない移動機構によって、ロボット本体 1 8 は、第 1 搬送路 1 4 へと導かれる。この状態で、垂直多関節アーム 2 4 の働きによって、基板保持部 2 6 をカセットステージ 1 6 のカセット C に対向させることができる。そして、回転駆動機構 2 5 の働きにより、進退アーム 4 1, 4 2 を当該カセット C に対向させ、図示しない進退駆動機構によって、進退アーム 4 1, 4 2 を当該カセット C にアクセスさせれば、カセット C に対するウエハ W の搬入／搬出を行うことができる。カセット C と進退アーム 4 1, 4 2 との間のウエハ W の受け渡しの際には、垂直多関節アーム 2 4 の働きによって、基板保持部 2 6 が若干量だけ昇降される。

## 【 0 0 8 3 】

ロボット本体 1 8 が、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d、ベベルエッチングユニット 2 1 a, 2 1 b、および洗浄ユニット 2 2 a, 2 2 b（いずれも図 2 参照）のいずれかにアクセスするときには、ロボット本体 1 8 は、図示しない移動機構によって、搬送ガイドレール 1 7 上を該当するユニットの前まで移動される。この状態で、垂直多関節アーム 2 4 の働きによって、基板保持部 2 6 が当該ユニットの基板搬入／搬出口に対応する高さへと昇降され、かつ、回転駆動機構 2 5 による基板保持部 2 6 の回転によって、進退アーム 4 1, 4 2 が当該ユニットに対向させられる。

## 【 0 0 8 4 】

そして、この状態で、進退駆動機構によって、進退アーム 4 1, 4 2 を当該ユ

ニットにアクセスさせることによって、ウエハWの搬入／搬出が行われる。当該ユニットと進退アーム41、42との間のウエハWの受け渡しの際には、垂直多関節アーム24の働きによって、基板保持部26が若干量だけ昇降される。

図5(a)は、カセットCが取り付けられたカセットステージ16の図解的な平面図であり、図5(b)は、その図解的な側面図である。

#### 【0085】

カセットステージ16は、カセットCを載置するための平板状のカセットベース50を備えている。カセットベース50は、平面視において、ほぼ正方形の形状を有している。カセットCは、平面視において、カセットベース50より小さなほぼ正方形の形状を有しており、その一辺側にウエハ出し入れ用開口Ceが形成されている。

カセットベース50の一方表面には、平面視においてカセットCの4つの角部にほぼ対応する位置に、それぞれカセットガイド51が設けられており、カセットガイド51にカセットCの角部が接するように配することにより、カセットCをカセットベース50上の所定の位置に取り付けることができるようになっている。

#### 【0086】

また、カセットベース50の上記一方表面には、一对の対辺（ウエハ出し入れ用開口Ce側の辺以外の辺）の midpoint 近傍に、発光素子52aおよび受光素子52bがそれぞれ取り付けられている。発光素子52aおよび受光素子52bは、透過型フォトセンサ52をなす。カセットCがカセットベース50上にないときは、発光素子52aから発せられた光は、受光素子52bで受光され、カセットCがカセットベース50上にあるときは、発光素子52aから発せられた光は、カセットCに遮られて受光素子52bに届かない。これにより、カセットベース50上のカセットCの有無を判定できるようになっている。

#### 【0087】

図6は、メッキ処理部12の構成を示す図解的な正面図である。

このメッキ処理部12は、ウエハWにメッキ処理を施すための複数（この実施形態では4つ）のメッキ処理ユニット20a～20dと、メッキ液を収容するこ



とができるメッキ液収容槽55とを含んでいる。メッキ処理ユニット20a～20dは、それぞれ、メッキ液を収容するメッキカップ56a～56dと、メッキカップ56a～56dの上方にそれぞれ配されたウエハ保持回転機構74a～74dを備えている。

【0088】

メッキ液収容槽55は、メッキカップ56a～56dよりもはるかに大量のメッキ液（たとえば、メッキカップ56a～56dの収容総量の20倍）を収容できるようになっている。メッキ液収容槽55に大量のメッキ液を蓄えておくことにより、メッキ処理部12で使用するメッキ液の総量を多くすることができる。これによって、メッキ処理に伴うメッキ液組成の変化を少なくすることができる。

【0089】

メッキ液収容槽55の底面には、主成分管理部2へとメッキ液を送るためのメッキ液移送管P12aが連通接続されている。メッキ液収容槽55の上方からは、主成分管理部2から送られてきたメッキ液をメッキ液収容槽55内に導入するためのメッキ液移送管P12b、微量成分管理部3へとメッキ液を送るためのメッキ液移送管P13a、および微量成分管理部3から送られてきたメッキ液をメッキ液収容槽55内に導入するためのメッキ液移送管P13bが、メッキ液収容槽55内に導かれている。メッキ液移送管P12b、P13a、P13bは、メッキ液収容槽55内のメッキ液中に没する深さまで延設されている。

【0090】

メッキカップ56a～56dは、メッキ液収容槽55より高い位置に配されている。メッキ液収容槽55の底面からは送液配管57が延びており、送液配管57は、4つの送液分岐配管58a～58dに分岐している。送液分岐配管58a～58dは上方に延びて、それぞれメッキカップ56a～56dの下面中央部に連通接続されている。

送液分岐配管58a～58dには下方から上方に向かう順に、それぞれ、ポンプP1～P4、フィルタ59a～59d、および流量計60a～60dが介装されている。ポンプP1～P4は、メッキ液収容槽55からそれぞれメッキカップ

5 6 a ~ 5 6 d へとメッキ液を送液できる。ポンプ P 1 ~ P 4 の動作は、システムコントローラ 1 5 5 によって制御される。フィルタ 5 9 a ~ 5 9 d は、メッキ液中のパーティクル（異物）および泡を除去することができる。流量計 6 0 a ~ 6 0 d からは流量を示す信号が出力され、この信号はシステムコントローラ 1 5 5 に入力されるようになっている。

#### 【 0 0 9 1 】

メッキカップ 5 6 a ~ 5 6 d は、それぞれ内方に配された円筒状のメッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d、およびメッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d の周囲に配された回収槽 6 2 a ~ 6 2 d を含んでいる。送液分岐配管 5 8 a ~ 5 8 d は、それぞれメッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d に連通接続されており、回収槽 6 2 a ~ 6 2 d の下部からは、それぞれリターン分岐配管 6 3 a ~ 6 3 d が延びている。リターン分岐配管 6 3 a ~ 6 3 d はリターン配管 6 4 に連通接続されており、リターン配管 6 4 はメッキ液収容槽 5 5 内に延設されている。

#### 【 0 0 9 2 】

以上のような構成により、たとえば、ポンプ P 1 を作動させることにより、メッキ液はメッキ液収容槽 5 5 から送液配管 5 7 および送液分岐配管 5 8 a を介して、メッキ槽 6 1 a に送液される。メッキ液はメッキ槽 6 1 a から溢れ出て、重力の作用により回収槽 6 2 a から、リターン分岐配管 6 3 a およびリターン配管 6 4 を経て、メッキ液収容槽 5 5 へと戻される。すなわち、メッキ液はメッキ液収容槽 5 5 とメッキカップ 5 6 a との間で循環される。

#### 【 0 0 9 3 】

同様に、ポンプ P 2, P 3, または P 4 を作動させることにより、メッキ液をメッキ液収容槽 5 5 とメッキカップ 5 6 b, 5 6 c, または 5 6 d との間で循環させることができる。メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d のいずれかでメッキ処理が行われるときは、そのメッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d のメッキカップ 5 6 a ~ 5 6 d と、メッキ液収容槽 5 5 との間でメッキ液が循環される。

送液分岐配管 5 8 a においてポンプ P 1 とフィルタ 5 9 a との間には、バイパス配管 6 5 の一端が連通接続されている。バイパス配管 6 5 の他端は、メッキ液収容槽 5 5 内に導かれている。バイパス配管 6 5 には、特定の波長の光に対する

メッキ液の吸光度を測定する吸光度計 66A, 66B が介装されている。吸光度計 66A は、メッキ液中の銅濃度を求めるためのものであり、吸光度計 66B は、メッキ液中の鉄濃度を求めるためのものである。

## 【0094】

ポンプ P1 が作動され、メッキ液がメッキ液収容槽 55 とメッキカップ 56a との間で循環されているときは、フィルタ 59a による圧力損失のため送液分岐配管 58a を流れるメッキ液の一部はバイパス配管 65 へと流れる。すなわち、バイパス配管 65 に専用のポンプを介装しなくても、バイパス配管 65 にメッキ液を流すことができる。

吸光度計 66A, 66B は、透明な材質でできたセル 67A, 67B、ならびにセル 67A, 67B を挟んで対向配置された発光部 68A, 68B および受光部 69A, 69B を含んでいる。発光部 68A, 68B は、それぞれ銅および鉄の吸収スペクトルに対応した特定の波長（たとえば、銅の場合 780nm）の光を発することができ、受光部 69A, 69B は発光部 68A, 68B から発せられセル 67A, 67B 内のメッキ液を透過した光の強度を測定できる。この光の強度からメッキ液の吸光度が求められる。吸光度計 66A, 66B からは吸光度を示す信号が出力され、これらの信号はシステムコントローラ 155 に入力される。

## 【0095】

メッキ液収容槽 55 の側面には、温度センサ 70 および電磁導電率計 71 が取り付けられている。温度センサ 70 および電磁導電率計 71 は、メッキ液収容槽 55 内にメッキ液が収容されたときのメッキ液の液面高さより低い位置に取り付けられている。温度センサ 70 および電磁導電率計 71 の検出部は、メッキ液収容槽 55 内に突出しており、それぞれ、メッキ液の液温および導電率を測定できるようになっている。温度センサ 70 および電磁導電率計 71 の出力信号は、システムコントローラ 155 に入力される。

## 【0096】

メッキ液に関して、特定の波長の光に対する吸光度がわかれば銅濃度および鉄濃度がわかる。以下、メッキ液の吸光度から銅濃度を求める方法を説明する。

メッキ液の銅濃度を求めるために、予め、銅濃度と吸光度との関係を調べておく。まず、銅濃度の異なる複数のサンプルメッキ液をそれぞれ調整して用意する。サンプルメッキ液を調整する際、銅は硫酸銅として添加する。各サンプルメッキ液の銅以外の成分については、実際にメッキ時に用いられる所定の組成のメッキ液と同等とする。このようなサンプルメッキ液の吸光度を吸光度計 6 6 A により測定する。これにより、図 7 に示すようにサンプルメッキ液の銅濃度と測定された吸光度との関係（銅検量線）が得られる。

#### 【 0 0 9 7 】

銅濃度が未知のメッキ液の銅濃度を求めるときは、吸光度計 6 6 A により吸光度を測定する。測定された吸光度および銅検量線から銅濃度が求まる。

同様の方法により、サンプルメッキ液の鉄濃度と測定された吸光度との関係（鉄検量線）、および吸光度計 6 6 B により測定された吸光度から鉄濃度を求めることができる。

システムコントローラ 1 5 5 は、銅検量線および鉄検量線のデータが記憶された記憶装置を備えている。システムコントローラ 1 5 5 は、吸光度計 6 6 A の出力信号と銅検量線のデータから銅濃度を求めることができ、吸光度計 6 6 B の出力信号と鉄検量線のデータから鉄濃度を求めることができる。

#### 【 0 0 9 8 】

メッキ液収容槽 5 5 の上部には、超音波式レベル計 7 2 が取り付けられている。超音波式レベル計 7 2 は、メッキ液収容槽 5 5 内のメッキ液の液面高さを検知することができる。超音波式レベル計 7 2 の出力信号は、システムコントローラ 1 5 5 に入力される。

メッキ液収容槽 5 5、送液配管 5 7、送液分岐配管 5 8 a ～ 5 8 d、リターン分岐配管 6 3 a ～ 6 3 d、リターン配管 6 4 などは、エンクロージャ 3 0 や隔壁で囲まれた配管室 7 3 内に配されている。排気口 3 2（図 3 参照）は、この配管室 7 3 に形成されており、配管室 7 3 内は負圧にされている。

#### 【 0 0 9 9 】

図 8 は、メッキ処理ユニット 2 0 a ～ 2 0 d の共通の構造を示す図解的な断面図である。

メッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d の底面中央部には、メッキ液供給口 5 4 が形成されており、このメッキ液供給口 5 4 を介して、送液分岐配管 5 8 a ~ 5 8 d がメッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d に連通接続されている。メッキ液供給口 5 4 には、半球状で多数の穴が形成されたシャワーヘッド 7 5 が取り付けられている。シャワーヘッド 7 5 により、メッキ液はメッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d 内に分散されて導入される。

## 【 0 1 0 0 】

メッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d 内で、メッキ槽 6 1 a ~ 6 1 d の深さ方向に関して下からおよそ 3 分の 1 のところには、メッシュ状のアノード電極 7 6 が配されている。アノード電極 7 6 の表面は、酸化イリジウムでできており、メッキ液に対して不溶性である。アノード電極 7 6 は、メッキ電源 8 2 に接続されている。

回収槽 6 2 a ~ 6 2 d の底部には、メッキ液排出口 5 3 が形成されており、リターン分岐配管 6 3 a ~ 6 3 d は、このメッキ液排出口 5 3 を介して回収槽 6 2 a ~ 6 2 d に連通接続されている。

## 【 0 1 0 1 】

ウエハ保持回転機構 7 4 a ~ 7 4 d は、回転管 7 7、回転管 7 7 の一方端に垂直に取り付けられた円板状の支持板 7 8、支持板 7 8 の中心部と周縁部との間から回転管 7 7 側とは反対側に延びた複数のウエハ受け渡しピン 8 4、支持板 7 8 の周縁部から回転管 7 7 側とは反対側に延びた複数の支柱 7 9、および支柱 7 9 の先端に取り付けられた環状のカソードリング 8 0 を備えている。カソードリング 8 0 は内方に突出した当接部 8 0 a を有している。当接部 8 0 a の内径は、ウエハ W の径よりわずかに小さい。

## 【 0 1 0 2 】

回転管 7 7 の内部には、サセプタ 8 1 が配備されている。サセプタ 8 1 は、支軸 8 1 b および支軸 8 1 b の下端に垂直に取り付けられた円板状の載置台 8 1 a を含んでおり、載置台 8 1 a は複数の支柱 7 9 に取り囲まれるように配置されている。サセプタ 8 1 には、サセプタ移動機構 4 6 が結合されており、サセプタ 8 1 を回転管 7 7 の軸に沿って移動させることができるようになっている。載置台 8 1 a には、ウエハ受け渡しピン 8 4 に対応する位置に穴が設けられており、回転管 7 7 に対するサセプタ 8 1 の移動に伴って、ウエハ受け渡しピン 8 4 が載置

台 8 1 a の穴を貫通できるようになっている。

【 0 1 0 3 】

カソードリング 8 0 は、メッキ電源 8 2 に接続されたカソード電極 8 3 を備えている。カソード電極 8 3 は、カソードリング 3 1 から内方に突出しており、載置台 8 1 a と当接部 8 0 a とに挟持されたウエハ W の当接部 8 0 a 側表面の縁部に接触できるようになっている。当接部 8 0 a はウエハ W 周縁部に密接して、ウエハ W やカソード電極 8 3 をメッキ液から保護することができる。

ウエハ保持回転機構 7 4 a ～ 7 4 d には、反転機構 4 3 および昇降機構 4 4 が結合されている。反転機構 4 3 により、ウエハ保持回転機構 7 4 a ～ 7 4 d をほぼ水平な軸（回転管 7 7 にほぼ垂直な軸）のまわりに回転して上下反転できるようになっており、昇降機構 4 4 によりウエハ保持回転機構 7 4 a ～ 7 4 d をほぼ鉛直方向に沿って昇降できるようになっている。

【 0 1 0 4 】

また、回転管 7 7 には、回転駆動機構 4 5 が結合されており、回転管 7 7 をその軸のまわりに回転させることができる。回転管 7 7 の回転は、サセプタ 8 1 の回転管 7 7 の軸方向移動を許容した状態で、このサセプタ 8 1 に伝達されるようになっている、回転管 7 7 およびサセプタ 8 1 は一体的に回転するようになっている。

メッキ電源 8 2、反転機構 4 3、昇降機構 4 4、回転駆動機構 4 5、およびサセプタ移動機構 4 6 の動作は、システムコントローラ 1 5 5 により制御される。

【 0 1 0 5 】

メッキ処理部 1 2 によりメッキを行う際は、先ず、システムコントローラ 1 5 5 により反転機構 4 3 が制御されて、ウエハ保持回転機構 7 4 a ～ 7 4 d のいずれか（以下、ウエハ保持回転機構 7 4 a とする。）の載置台 8 1 a が上方を向くようにされる。また、システムコントローラ 1 5 5 によりサセプタ移動機構 4 6 が制御されて、載置台 8 1 a が回転管 7 7 側に移動され、ウエハ受け渡しピン 8 4 が載置台 8 1 a を貫通して、この載置台 8 1 a から突出した状態にされる。

【 0 1 0 6 】

この状態で、搬送ロボット T R の進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2 （図 4

参照)により、カセットCから取り出された未処理のウエハWが、支柱79の間を通して搬入されて、ウエハWの中心が回転管77の中心軸上にのるようにウエハWがウエハ受け渡しピン84の上に載置される(この状態のウエハ保持回転機構74a~74dを図8に二点鎖線で示す。)

そして、システムコントローラ155によりサセプタ移動機構46が制御されて、載置台81aが回転管77から離れるように移動され、載置台81aとカソードリング80の当接部80aとの間にウエハWが挟持される。ウエハWは、たとえば、ほぼ円形の形状を有し、処理面に多くの微細な孔または溝を有し、その上にバリア層とシード層とが形成されたものとすることができる。

#### 【0107】

また、システムコントローラ155の制御によりポンプP1が作動されて、メッキ槽61aにメッキ液が5リットル/minで送られる(図6参照)。これにより、メッキ液はメッキ槽61aの縁からわずかに盛り上がって回収槽62aへと溢れる。そして、システムコントローラ155により、反転機構43が制御されてウエハWが下方を向くようにウエハ保持回転機構74aが反転され、昇降機構44が制御されて、ウエハ保持回転機構74aが下降され、ウエハWの下面がメッキ槽61aに満たされたメッキ液の表面に接触される。

#### 【0108】

次に、システムコントローラ155により、回転駆動機構45が制御されて、ウエハWが、所定の回転速度(たとえば、100rpm)で回転され、メッキ電源82が制御されてアノード電極76とカソード電極83との間に数分間通電される。これにより、カソード電極83に接続されたウエハW下面とメッキ液との界面では、メッキ液中の銅イオンに電子が与えられて、ウエハW下面に銅原子が被着する。すなわち、ウエハW下面に銅メッキが施される。

#### 【0109】

メッキ液中で、酸化還元剤としての鉄イオンは、2価および3価の鉄イオンとして存在している。メッキ液中の2価の鉄イオンは、アノード電極76に電子を与えて3価の鉄イオンとなる。このように、鉄イオンは、サイクリックに酸化還元を繰り返し、メッキ液とアノード電極76との間の電子の移動量、およびカソ

ード電極 8 3 とメッキ液との間の電子の移動量はほぼ収支する。

このため、酸化還元剤を用いなかった場合に発生する活性な酸素の泡は生じない。これにより、メッキ液の添加剤の酸化による分解を遅らせることができ、また、酸素の泡がウエハW下面に付着して、ウエハW表面（下面）に形成された微細な孔や溝を埋めてメッキできなくなる事態を回避することができる。

#### 【0 1 1 0】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 4 4 が制御されて、ウエハW下面がメッキ槽 6 1 a に満たされたメッキ液の液面から数mm離れた状態とされ、さらに、システムコントローラ 1 5 5 により回転駆動機構 4 5 が制御されて、ウエハWが、たとえば、5 0 0 r p m で数十秒間回転される。これにより、ウエハW下面のメッキ液は側方へと振り切られる。

続いて、システムコントローラ 1 5 5 により、回転駆動機構 4 5 が制御されてウエハWの回転が停止され、昇降機構 4 4 が制御されてウエハ保持回転機構 7 4 a が上昇され、反転機構 4 3 が制御されてウエハW側が上方を向くようにウエハ保持回転機構 7 4 a が反転される。

#### 【0 1 1 1】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により、サセプタ移動機構 4 6 が制御されて載置台 8 1 a が回転管 7 7 側に移動し、ウエハWの挟持が解除される。そして、搬送ロボットTRの進退アーム 4 2 または進退アーム 4 1 により処理済みのウエハWが搬出されて、1枚のウエハWの周縁部のメッキ処理が終了する。

メッキ処理は、4つのポンプP 1 ～P 4 を同時に作動させてメッキカップ 5 6 a ～5 6 d で同時に行ってもよく、ポンプP 1 ～P 4 の一部のみ作動させて対応するメッキカップ 5 6 a ～5 6 d のいずれかで行ってもよい。

#### 【0 1 1 2】

図9は、ベベルエッチングユニット 2 1 a , 2 1 b の共通の構成を示す図解的な断面図である。

ほぼ円筒状のカップ 8 5 内に、ウエハWをほぼ水平に保持して回転するスピンチャック 8 6 が備えられている。スピンチャック 8 6 は、ウエハWの周縁部に接触することなく、ウエハWの底面中央部のみを吸着することにより、ウエハWを



保持できるようになっている。スピンチャック 8 6 は鉛直方向に沿って配された回転軸 8 7 を有しており、回転軸 8 7 には回転駆動機構 8 8 からの回転駆動力が伝達されるようになっている。また、スピンチャック 8 6 には、このスピンチャック 8 6 を昇降させる昇降機構 8 9 が結合されていて、スピンチャック 8 6 の上部をカップ 8 5 内に収容された状態と、カップ 8 5 の上端より高い状態とにできるようになっている。

#### 【 0 1 1 3 】

カップ 8 5 は、同心状に配された 3 つのカップ 8 5 a ~ 8 5 c を含んでいる。それぞれのカップ 8 5 a ~ 8 5 c の上端は、最も外側のカップ 8 5 a が最も高く、中間のカップ 8 5 b が最も低い。最も内側のカップ 8 5 c の上端には、平板状で平面視において環状の処理液案内板 8 5 d が結合されている。処理液案内板 8 5 d の外側の端部は、屈曲してカップ 8 5 a とカップ 8 5 b との間に挿入されている。

#### 【 0 1 1 4 】

カップ 8 5 a およびカップ 8 5 b を側壁として、処理液回収槽 9 7 が形成されており、カップ 8 5 b およびカップ 8 5 c を側壁として、排気槽 9 8 が形成されている。処理液回収槽 9 7 の底部の一部には排液口 9 7 a が形成されており、排気槽 9 8 の底部の一部には、排気口 9 8 a が形成されている。

カップ 8 5 の上方には、ノズル 9 0 が配置されている。ノズル 9 0 にはリンス液配管 9 1 が連通接続されており、リンス液配管 9 1 にはリンス液供給源 9 2 が接続されている。リンス液配管 9 1 にはバルブ 9 1 V が介装されており、バルブ 9 1 V を開くことによりノズル 9 0 からリンス液を吐出して、スピンチャック 8 6 に保持されたウエハ W の上面にリンス液を供給できるようになっている。リンス液は、たとえば、純水であってもよい。

#### 【 0 1 1 5 】

処理液案内板 8 5 d を下方から貫通して、ノズル 9 9 が配されている。ノズル 9 9 にはリンス液配管 1 0 0 が連通接続されており、リンス液配管 1 0 0 にはリンス液供給源 9 2 が接続されている。リンス液配管 1 0 0 にはバルブ 1 0 0 V が介装されており、バルブ 1 0 0 V を開くことによりノズル 9 9 からリンス液を吐

出して、スピチャック 8 6 に保持されたウエハ W の下面にリンス液を供給できるようにになっている。

【 0 1 1 6 】

また、カップ 8 5 の上方には、エッチング処理管 9 3 がほぼ鉛直方向に沿って配されている。エッチング処理管 9 3 下端近傍のカップ 8 5 中心側には、スピチャック 8 6 に保持されたウエハ W の表面に沿う水平方向に延びる溝 9 4 が形成されており、このウエハ W の周縁部を溝 9 4 内に挿入できるようになっている。溝 9 4 の内部空間とエッチング処理管 9 3 の内部空間とは連通している。

エッチング処理管 9 3 には移動機構 9 5 が結合されている。この移動機構 9 5 により、エッチング処理管 9 3 を、ウエハ W の周縁部が溝 9 4 に挿入された処理位置および処理位置から退避してウエハ W から離れた退避位置との間で移動させることができる。さらに、移動機構 9 5 は、エッチング処理管 9 3 を上下方向にも移動させることができ、カップ 8 5 を回避してエッチング処理管 9 3 を側方へ退避させることができるようになっている。

【 0 1 1 7 】

エッチング処理管 9 3 は、後処理薬液配管 P 1 4 を介して、後処理薬液供給部 4 ( 図 1 参照 ) に配されエッチング液が収容されたエッチング液供給源 9 6 に接続されている。後処理薬液配管 P 1 4 には、バルブ 9 3 V が介装されており、バルブ 9 3 V を開くことにより、溝 9 4 の内部空間にエッチング液を送ることができるようになっている。また、バルブ 9 3 V により、エッチング液の流量調整をすることもできる。エッチング液は、たとえば、硫酸、過酸化水素水、および水の混合溶液とすることができる。

【 0 1 1 8 】

回転駆動機構 8 8、昇降機構 8 9、および移動機構 9 5 の動作、ならびにバルブ 9 1 V、1 0 0 V、9 3 V の開閉は、システムコントローラ 1 5 5 により制御される。

ベベルエッチングユニット 2 1 a、2 1 b によりウエハ W の周縁部をエッチングするときは、先ず、システムコントローラ 1 5 5 により移動機構 9 5 が制御されて、エッチング処理管 9 3 が退避位置に退避される。

## 【0119】

続いて、システムコントローラ155により昇降機構89が制御されてスピinchャック86が上昇されて、スピinchャック86の上部がカップ85の上端より高くされる。そして、搬送ロボットTRの進退アーム41または進退アーム42（図4参照）により、メッキ処理部12でメッキ処理が施されたウエハWが搬入されて、ウエハWの中心が回転軸87の中心軸上にのるようにウエハWがスピinchャック86に吸着保持される。ウエハWは、メッキ処理が施された面が上方に向けられて保持される。

## 【0120】

その後、システムコントローラ155により昇降機構89が制御されてスピinchャック86が下降される。これにより、スピinchャック86に保持されたウエハWは側方がカップ85aに囲まれた状態となる。そして、システムコントローラ155により回転駆動機構88が制御されて、スピinchャック86に保持されたウエハWが回転される。ウエハWの回転数は、たとえば、500rpmとされる。

## 【0121】

この状態で、システムコントローラ155の制御により、バルブ91V、100Vが開かれる。これにより、ノズル90、99からウエハWの上面および下面にリンス液が供給される。リンス液は、遠心力によりウエハWの周縁部へと拡がりウエハWの上側表面のほぼ全面および下側表面のスピinchャック86が接している部分を回避した領域を流れる。このようにして、ウエハWが洗浄される。

リンス液は、ウエハWの遠心力により側方へと振り切られて、カップ85aの内側面や処理液案内板85dの上面を伝って、処理液回収槽97内へと流れ落ちる。リンス液は、さらに、排液口97aから図外の回収タンクへと導かれる。また、図外の排気装置により、排気口98aからカップ85内の気体が排気される。これにより、リンス液のミスト等もカップ85外に飛散しないようになっている。

## 【0122】

一定時間、このようなリンス処理が施された後、システムコントローラ155

の制御により、バルブ 9 1 V, 1 0 0 V が閉じられる。ウエハ W の回転は継続され、これにより、ウエハ W に残ったリンス液の大部分は振り切られる。

次に、システムコントローラ 1 5 5 により移動機構 9 5 が制御されて、エッチング処理管 9 3 が処理位置に移動される。これにより、ウエハ W の周縁部が溝 9 4 に挿入された状態となる。このときのウエハ W の回転数は、たとえば、5 0 0 r p m とすることができる。そして、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 9 3 V が開かれる。エッチング液の流量は、たとえば、2 0 m l / m i n とすることができる。これにより、エッチング液供給源 9 6 から溝 9 4 内にエッチング液が供給される。エッチング液は、溝 9 4 から溢れて流れるので、溝 9 4 内はエッチング液でほぼ満たされた状態となる。

#### 【 0 1 2 3 】

ウエハ W の周縁部は溝 9 4 内に挿入されているので、ウエハ W 表面の銅薄膜のうち周縁部のものはエッチング液に溶解される。ウエハ W は回転しているので、ウエハ W の周縁部とエッチング処理管 9 3 による処理位置との相対変位が生じ、その結果、ウエハ W 周縁部は全周にわたってエッチングされる。エッチング幅は、ウエハ W の溝 9 4 への挿入深さで決まるので、正確に所望のエッチング幅でエッチングできる。

#### 【 0 1 2 4 】

ウエハ W の遠心力により側方へと振り切られたエッチング液は、リンス液と同様、一旦回収槽 9 7 に回収された後、排液口 9 7 a を介して図外の回収タンクに導かれる。また、この間も、排気口 9 8 a からの排気は継続され、エッチング液のミストがカップ 8 5 外に飛散しないようにされる。

このように一定時間（たとえば、数十秒間）エッチング液を流して、ウエハ W 周縁部の銅薄膜のエッチングを継続した後、システムコントローラ 1 5 5 はバルブ 9 3 V を閉じるように制御して、溝 9 4 内へのエッチング液の供給を停止する。これにより、溝 9 4 内にはエッチング液が存在しない状態となり、ウエハ W 周縁部のエッチング処理は終了する。

#### 【 0 1 2 5 】

その後、再び、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 9 1 V, 1

0 0 V が開かれ、ウエハ W 表面にリンス液が供給される。これにより、ウエハ W 周縁部に残っていたエッチング液がリンス液により除去される。一定時間（たとえば、1 分）、リンス液の供給が継続された後、システムコントローラ 1 5 5 の制御によりバルブ 9 1 V, 1 0 0 V が閉じられてリンス液の供給が停止される。そして、システムコントローラ 1 5 5 により回転駆動機構 8 8 が制御されてスピチャック 8 6 が一定時間高速回転（たとえば、1 0 0 0 r p m）されて、ウエハ W の振り切り乾燥が行われた後、スピチャック 8 6 の回転が停止される。

#### 【0 1 2 6】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により移動機構 9 5 が制御されて、エッチング処理管 9 3 が退避位置に移動される。続いて、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 8 9 が制御されて、スピチャック 8 6 に保持されたウエハ W が、カップ 8 5 の上端より高くなるように、スピチャック 8 6 が上方に移動され、ウエハ W の吸着保持が解除される。

そして、搬送ロボット T R の進退アーム 4 2 または進退アーム 4 1 により処理済みのウエハ W が搬出されて、1 枚のウエハ W の周縁部のエッチング処理が終了する。処理済みのウエハ W は周縁部に銅薄膜が存在しないので、以後の工程で基板保持ハンド 4 1, 4 2 c（図 4（a）参照）により周縁部を把持されても基板保持ハンド 4 1 c, 4 2 c に銅が付着することはない。

#### 【0 1 2 7】

この実施形態では、カップ 8 5 が固定されスピチャック 8 6 が昇降機構 8 9 により昇降されるように構成されているが、スピチャック 8 6 が上下方向に固定されカップ 8 5 が昇降されるように構成されていてもよい。この場合でも、スピチャック 8 6 の上端をカップ 8 5 の上端より高くすることができ、進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2 によるウエハ W の搬入／搬出を行うことができる。

図 1 0 は、洗浄ユニット 2 2 a, 2 2 b の共通の構成を示す図解的な断面図である。

#### 【0 1 2 8】

ほぼ円筒状のカップ 1 0 1 内に、ウエハ W をほぼ水平に保持して回転するスピチャック 1 0 2 が備えられている。スピチャック 1 0 2 は、鉛直方向に沿っ

て配された回転軸 1 0 2 a およびその上端に垂直に取り付けられた円板状のスピ  
ンベース 1 0 2 b を有しており、スピンベース 1 0 2 b の上面周縁部近傍には、  
複数のチャックピン 1 0 2 e が立設されている。チャックピン 1 0 2 e によりウ  
エハ W の下面周縁部を支持し、また複数のチャックピン 1 0 2 e が協働してウエ  
ハ W 側面を把持できるようになっている。

#### 【 0 1 2 9 】

スピンチャック 1 0 2 の回転軸 1 0 2 a には回転駆動機構 1 0 3 からの回転駆  
動力が伝達されるようになっている。また、スピンチャック 1 0 2 には、このス  
ピンチャック 1 0 2 を昇降させる昇降機構 1 0 4 が結合されていて、スピンチャ  
ック 1 0 2 の上部をカップ 1 0 1 内に收容された状態と、カップ 1 0 1 の上端よ  
り高い状態とにできるようになっている。

カップ 1 0 1 は、同心状に配された 3 つのカップ 1 0 1 a ~ 1 0 1 c を含んで  
いる。それぞれのカップ 1 0 1 a ~ 1 0 1 c の上端は、最も外側のカップ 1 0 1  
a が最も高く、中間のカップ 1 0 1 b が最も低い。最も内側のカップ 1 0 1 c の  
上端には、平板状で平面視において環状の処理液案内板 1 0 1 d が結合されてい  
る。処理液案内板 1 0 1 d の外側の端部は、屈曲してカップ 1 0 1 a とカップ 1  
0 1 b との間に挿入されている。

#### 【 0 1 3 0 】

カップ 1 0 1 a およびカップ 1 0 1 b を側壁として、処理液回収槽 1 0 5 が形  
成されており、カップ 1 0 1 b およびカップ 1 0 1 c を側壁として、排気槽 1 0  
6 が形成されている。処理液回収槽 1 0 5 の底部の一部には排液口 1 0 5 a が形  
成されており、排気槽 1 0 6 の底部の一部には、排気口 1 0 6 a が形成されてい  
る。

カップ 1 0 1 の上方には、ノズル 1 0 7 が配置されている。ノズル 1 0 7 は、  
バルブ 1 0 7 V を介してリンス液供給源に連通接続されており、バルブ 1 0 7 V  
を開くことにより、ノズル 1 0 7 からスピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ  
W に向けて、リンス液を吐出することができるようになっている。

#### 【 0 1 3 1 】

回転軸 1 0 2 a の内部には、回転軸 1 0 2 a を軸方向に貫通する処理液供給路

1 0 2 c が形成されており、回転軸 1 0 2 の上端は開口して処理液吐出口 1 0 2 d となっている。処理液供給路 1 0 2 c には、後処理薬液配管 P 1 4 を介して、後処理薬液供給部 4（図 1 参照）に配された洗浄液供給源から洗浄液を導入できるようになっており、また、リンス液供給源からリンス液を導入できるようになっている。洗浄液は、たとえば、硫酸、過酸化水素水、および水の混合溶液とすることができる。

#### 【0 1 3 2】

処理液供給路 1 0 2 c と洗浄液供給源との間には、バルブ 1 0 8 V が介装されており、処理液供給路 1 0 2 c とリンス液供給源との間には、バルブ 1 0 9 V が介装されている。バルブ 1 0 9 V を閉じ、バルブ 1 0 8 V を開くことにより、処理液吐出口 1 0 2 d から洗浄液を吐出させることができ、バルブ 1 0 8 V を閉じ、バルブ 1 0 9 V を開くことにより、処理液吐出口 1 0 2 d からリンス液を吐出させることができる。このようにして、スピチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W の下面中心部に、洗浄液またはリンス液を供給できる。

#### 【0 1 3 3】

回転駆動機構 1 0 3 および昇降機構 1 0 4 の動作、ならびにバルブ 1 0 7 V、1 0 8 V、1 0 9 V の開閉は、システムコントローラ 1 5 5 により制御される。

洗浄ユニット 2 2 a、2 2 b によりウエハ W を洗浄するときは、まず、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 1 0 4 が制御されてスピチャック 1 0 2 が上昇されて、スピチャック 1 0 2 の上部がカップ 1 0 1 の上端より高くされる。そして、搬送ロボット T R の進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2（図 4 参照）により、ベベルエッチングユニット 2 1 a または 2 1 b でベベルエッチング処理が施されたウエハ W が搬入されて、ウエハ W の中心が回転軸 1 0 2 a の中心軸上にのるように、ウエハ W がチャックピン 1 0 2 e によりメカニカルに保持される。

#### 【0 1 3 4】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 1 0 4 が制御されて、スピチャック 1 0 2 が下降される。これにより、スピチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W は側方がカップ 1 0 1 a に囲まれた状態となる。そして、システム

コントローラ 1 5 5 により回転駆動機構 1 0 3 が制御されて、スピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W が回転される。ウエハ W の回転数は、たとえば、5 0 0 r p m とされる。また、図外の排気装置により、排気口 1 0 6 a からカップ 1 0 1 内の気体が排気される。

#### 【0 1 3 5】

この状態で、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 1 0 7 V、1 0 8 V が開かれる。これにより、ウエハ W に向けて、ノズル 1 0 7 からはリンス液が吐出され、処理液吐出口 1 0 2 d からは洗浄液が吐出される。ウエハ W 表面に供給されたリンス液および洗浄液は、それぞれ遠心力によりウエハ W の周縁部へと拡がるように流れる。このようにして、ウエハ W 下面全面が洗浄される。

リンス液および洗浄液は、ウエハ W の遠心力により側方へと振り切られて、カップ 1 0 1 a の内側面や処理液案内板 1 0 1 d の上面を伝って、処理液回収槽 1 0 5 内へと流れ落ちる。これらの液は、さらに、排液口 1 0 5 a から図外の回収タンクへと導かれる。また、カップ 1 0 1 内の気体が排気されていることから、洗浄液のミストなども排気口 1 0 6 a から排気され、カップ 1 0 1 外に飛散することはない。

#### 【0 1 3 6】

一定時間、このような処理が施された後、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 1 0 8 V が閉じられ、バルブ 1 0 9 V が開かれる。これにより、処理液吐出口 1 0 2 d からウエハ W 下面に向けてリンス液が吐出される。ノズル 1 0 7 からのウエハ W 上面へのリンス液の吐出は継続される。これにより、ウエハ W 下面の洗浄液が洗い流される。一定時間（たとえば、1 分間）、このような処理が継続された後、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 1 0 7 V、1 0 9 V が閉じられ、ウエハ W へのリンス液の供給が停止される。

#### 【0 1 3 7】

続いて、システムコントローラ 1 5 5 により、回転駆動機構 1 0 3 が制御されて、スピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W が、たとえば、2 0 0 0 r p m で回転される。これにより、ウエハ W に残ったリンス液の大部分は振り切られて、ウエハ W が乾燥される。その後、システムコントローラ 1 5 5 により回転駆動



機構 1 0 3 が制御されて、ウエハ W の回転が停止される。

次に、システムコントローラ 1 5 5 により、昇降機構 1 0 4 が制御されて、スピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W が、カップ 1 0 1 の上端より高くなるように、スピンチャック 1 0 2 が上方に移動され、チャックピン 1 0 2 e によるウエハ W の保持が解除される。

#### 【 0 1 3 8 】

そして、搬送ロボット T R の進退アーム 4 2 または進退アーム 4 1 により処理済みのウエハ W が搬出されて、1 枚のウエハ W の洗浄処理が終了する。

この実施形態では、カップ 1 0 1 が固定されスピンチャック 1 0 2 が昇降機構 1 0 4 により昇降されるように構成されているが、スピンチャック 1 0 2 が上下方向に固定されカップ 1 0 1 が昇降されるように構成されていてもよい。この場合でも、スピンベース 1 0 2 b をカップ 1 0 1 の上端より高くすることができ、進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2 によるウエハ W の搬入／搬出を行うことができる。

#### 【 0 1 3 9 】

図 1 1 は、ウエハ処理部 1 の制御系統の構成を示すブロック図である。

システムコントローラ 1 5 5 のハードウェアは、1 0 M I P S (Million Instructions per second) 以上の処理能力を有する C P U (Central Processing Unit) と、1 0 M b y t e 以上の容量を有する半導体メモリと、磁性体メモリと、R S - 2 3 2 C 規格のシリアルポートと、R S - 4 8 5 規格のシリアルポートと、複数のプリント基板とを備えている。磁性体メモリは、たとえば、ハードディスクドライブ (HDD) に備えられたハードディスク (HD) や、フレキシブルディスクドライブ (FDD) に着脱されるフレキシブルディスク (FD) とすることができる。

#### 【 0 1 4 0 】

システムコントローラで用いられるソフトウェアは、オペレーティングシステムと、少なくとも一部が高級言語で記述されたアプリケーションプログラムとを含んでいる。

システムコントローラ 1 5 5 は、ディスプレイ 1 5 6、キーボード 1 5 7、およびポインティングデバイス（たとえば、マウス）1 5 6 p に接続されており、

作業者（オペレータ）との間で情報の入出力をできるようになっている。また、システムコントローラ 1 5 5 には、警報音発生装置 1 5 8 が接続されており、所定の場合（たとえば、後述のようにメッキ液に銅イオンを供給する銅供給源の残量が所定量以下になったとき）には、警報音が発せられるとともに、警報に関連した情報がディスプレイ 1 5 6 に表示されるようになっている。

#### 【0 1 4 1】

システムコントローラ 1 5 5 は、搬送コントローラ 2 9（図 2 参照）、主成分管理部 2、および微量成分管理部 3 と、RS-232C 規格のケーブルで接続されている。また、システムコントローラ 1 5 5 は、パルス列による入出力用のケーブルを介してモータコントローラ 1 5 9 に接続されており、アナログ信号用のケーブルを介してポンプコントローラ 1 6 0、流量計 6 0 a～6 0 d、および吸光度計 6 6 A、6 6 B に接続されている。

#### 【0 1 4 2】

これにより、システムコントローラ 1 5 5 は、モータコントローラ 1 5 9 を介して、たとえば、回転駆動機構 4 5、8 8、1 0 3（図 8～図 1 0 参照）などに備えられたモータを制御可能であり、ポンプコントローラ 1 6 0 を介して、たとえば、メッキ処理部 1 2 のポンプ P 1～P 4（図 6 参照）の動作を制御可能である。流量計 6 0 a～6 0 d（図 6 参照）からの流量を示す信号は、アナログ信号としてシステムコントローラ 1 5 5 に入力される。また、システムコントローラ 1 5 5 は、アナログ信号により吸光度計 6 6 A、6 6 B の動作（たとえば、発光部 6 8 A、6 8 B の発光）を制御し、受光部 6 9 A、6 9 B から出力されるアナログ信号を受け取るようになっている。

#### 【0 1 4 3】

システムコントローラ 1 5 5 は、さらに、RS-485 規格のケーブルを介して、主成分管理部 2、後処理薬液供給部 4、およびシリアル／パラレル変換器 1 6 1 a、1 6 1 b に接続されている。シリアル／パラレル変換器 1 6 1 a、1 6 1 b は、図 1 1 では 2 つのみ示しているが、より多く（たとえば 4 8 個）のものが接続されていてもよい。

各シリアル／パラレル変換器 1 6 1 a、1 6 1 b には、パラレルケーブルを介

して、電磁弁 1 6 2 a, 1 6 2 b やセンサ 1 6 3 a, 1 6 3 b (たとえば、温度センサ 7 0、電磁導電率計 7 1、超音波式レベル計 7 2) などが接続されている。電磁弁 1 6 2 a, 1 6 2 b は、たとえば、エア弁からなるバルブ (たとえば、バルブ 9 1 V, 1 0 0 V, 1 0 7 V) を制御することができる。

#### 【0 1 4 4】

図 1 2 は、主成分管理部 2 の構成を示す図解図である。

主成分管理部 2 は、メッキ液中に銅イオンを供給するための複数 (この実施形態では 3 つ) の銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c、これらのうち使用されていない銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c に置換液を供給するためのバッファ槽 1 1 1、およびバッファ槽 1 1 1 に置換液の元となる置換原液を供給する置換原液供給部 1 1 2 を含んでいる。

#### 【0 1 4 5】

銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c は、有底円筒状の外形および密閉構造を有しており、その軸がほぼ垂直方向に沿うように配されている。銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c は、重量計 1 5 4 a ~ 1 5 4 c にそれぞれ載せられており、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c およびその内容物を含む全重量を計量できるようになっている。

銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c は、いずれも、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c の側壁を構成する外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c、および外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c 内に配された内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c を備えており、内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c の内部空間は、外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c と内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c との間の空間と銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c の下部で連通している。

#### 【0 1 4 6】

バッファ槽 1 1 1 は、蓋 1 2 0 を備えており、ほぼ密閉された状態とされている。バッファ槽 1 1 1 の上部と下部とは鉛直方向に沿って配されたバイパス管 1 2 5 により連通接続されている。バイパス管 1 2 5 側方の所定の高さ位置には、その高さ位置におけるバイパス管 1 2 5 内部の液体の有無を検知する定量確認センサ 1 2 6 が取り付けられている。

バッファ槽 1 1 1 とバイパス管 1 2 5 との間で、液体 (たとえば、置換液) は

自由に行き来できるようになっており、これにより、バッファ槽 111 内の液面とバイパス管 125 内の液面とは、ほぼ同じ高さ位置になる。したがって、定量確認センサ 126 により、所定の高さ位置におけるバッファ槽 111 内の液体の有無を知ることができる。

#### 【0147】

バッファ槽 111 の底部には、循環配管 118 の一端が連通接続されている。循環配管 118 の他端は、分岐点 B1 で、循環分岐配管 121, 122 に分岐している。循環分岐配管 121 は、さらに、循環分岐配管 121a~121c に分岐しており、循環分岐配管 122 は、さらに、循環分岐配管 122a~122c に分岐している。

循環分岐配管 121a~121c は、それぞれ、銅溶解タンク 110a~110c の上方から内管 117a~117c に接続されている。循環分岐配管 122a~122c は、それぞれ、銅溶解タンク 110a~110c 内に配された排液管 149a~149c に連通接続されている。循環分岐配管 121a~121c には、それぞれ、バルブ AV3-2, AV4-2, AV5-2 が介装されている。循環分岐配管 122a~122c には、それぞれ、バルブ AV3-3, AV4-3, AV5-3 が介装されている。

#### 【0148】

外管 116a~116c と内管 117a~117c との間の空間には、循環分岐配管 119a~119c が連通接続されている。循環分岐配管 119a~119c には、それぞれ、バルブ AV3-1, AV4-1, AV5-1 が介装されている。循環分岐配管 119a~119c は循環配管 119 の一端側に接続されており、循環配管 119 の他端側は、分岐点 B2 で循環分岐配管 119d, 119e に分岐している。

#### 【0149】

バルブ AV3-1, AV3-2, AV3-3, AV4-1, AV4-2, AV4-3, AV5-1, AV5-2, AV5-3 は、銅溶解タンク内流路切り換え部 153 に集約されている。

循環分岐配管 119d は、蓋 120 を貫通して（蓋 120 に形成された配管口

を挿通されて) バッファ槽 1 1 1 内に延設されている。循環分岐配管 1 1 9 d に  
は、バルブ A V 2 - 2 が介装されている。

【 0 1 5 0 】

循環配管 1 1 8 の途中には、分岐点 B 3 において、流路切り換え用配管 1 1 5  
の一端が連通接続されている。また、流路切り換え用配管 1 1 5 の他端側から、  
排液できるようになっている。流路切り換え用配管 1 1 5 の他端側には、バルブ  
A V 1 - 4 が介装されている。また、流路切り換え用配管 1 1 5 には、それぞれ  
バルブ A V 1 - 3, A V 1 - 2 を介してメッキ液移送管 P 1 2 a, P 1 2 b が連  
通接続されている。

【 0 1 5 1 】

循環配管 1 1 8 には、バッファ槽 1 1 1 と分岐点 B 3 との間にバルブ A V 1 -  
1 が介装されており、分岐点 B 3 と分岐点 B 1 との間には、分岐点 B 3 から分岐  
点 B 1 に向かう順に、バルブ A V 1 - 5、ポンプ P 5, 流量計 1 2 3 が介装され  
ている。また、循環配管 1 1 8 のバッファ槽 1 1 1 に近接した部分 ( バッファ槽  
1 1 1 と分岐点 B 3 との間 ) の側方には、空確認センサ 1 2 7 が取り付けられて  
いる。空確認センサ 1 2 7 は、その高さ位置における循環配管 1 1 8 内の液体の  
有無を検知できる。これにより、バッファ槽 1 1 1 内が空であるか否かを知るこ  
とができるようになっている。

【 0 1 5 2 】

バルブ A V 1 - 1, A V 1 - 2, A V 1 - 3, A V 1 - 4, A V 1 - 5 は、入  
口側主流路切り換え部 1 1 3 に集約されている。

循環分岐配管 1 1 9 e は、分岐点 B 4 においてメッキ液移送管 P 1 2 b の途中  
に連通接続されている。循環分岐配管 1 1 9 e にはバルブ A V 2 - 1 が介装され  
ている。バルブ A V 2 - 1, A V 2 - 2 は、出口側主流路切り換え部 1 1 4 に集  
約されている。

【 0 1 5 3 】

置換原液供給部 1 1 2 は、置換原液を収容する置換原液タンク 1 2 8、および  
所定量の置換原液を計量する計量カップ 1 2 9 を備えている。置換原液は、たと  
えば、濃硫酸とすることができる。計量カップ 1 2 9 は蓋 1 2 9 a を有して、ほ

ば密閉されている。また、計量カップ 1 2 9 の底部は逆円錐形の形状を有している。置換原液タンク 1 2 8 の底部と計量カップ 1 2 9 の上部との間には、置換原液移送管 1 3 0 が配設されている。置換原液移送管 1 3 0 には、バルブ A V 6 - 3 が介装されている。

#### 【 0 1 5 4 】

置換原液供給部 1 1 2 とバッファ槽 1 1 1 とは、置換原液供給配管 1 2 4 で接続されている。置換原液供給配管 1 2 4 は、蓋 1 2 9 a を貫通して計量カップ 1 2 9 の上部まで延設されている。計量カップ 1 2 9 の底部には、置換原液移送管 1 3 1 の一端が連通接続されている。置換原液移送管 1 3 1 の他端は、置換原液供給管 1 2 4 に分岐点 B 5 で連通接続されている。分岐点 B 5 と計量カップ 1 2 9 との間において、置換原液供給配管 1 2 4 にはバルブ A V 6 - 1 が介装されている。置換原液移送管 1 3 1 には、バルブ A V 6 - 2 が介装されている。

#### 【 0 1 5 5 】

また、計量カップ 1 2 9 には、蓋 1 2 9 a を貫通してリーク管 1 3 2 が配されている。計量カップ 1 2 9 の外部で、リーク管 1 3 2 にはバルブ A V 6 - 4 が介装されている。バルブ A V 6 - 4 を開くことにより、計量カップ内を大気圧にできる。

計量カップ 1 2 9 側方の所定の高さ位置には、その高さ位置における計量カップ 1 2 9 内部の液体の有無を検知する定量確認センサ 1 3 3 が取り付けられている。また、置換原液移送管 1 3 1 の計量カップ 1 2 9 に近接した部分の側方には、空確認センサ 1 3 4 が取り付けられている。空確認センサ 1 3 4 は、その高さ位置における置換原液移送管 1 3 1 内の液体の有無を検知できる。これにより、計量カップ 1 2 9 内が空であるか否かを知ることができるようになっている。

#### 【 0 1 5 6 】

バッファ槽 1 1 1 には、蓋 1 2 0 を貫通して純水供給配管 1 3 5 が連通接続されており、図外の純水供給源からバッファ槽 1 1 1 に純水を供給できるようになっている。純水供給配管 1 3 5 には、バルブ A V 7 - 1 が介装されている。

バッファ槽 1 1 1 には、さらに、蓋 1 2 0 を貫通して給排気管 1 3 6 が導入されている。給排気管 1 3 6 のバッファ槽 1 1 1 外の端部には、エアポンプ 1 3 7

が接続されている。給排気管 136 には、三方バルブ AV8-3 が介装されている。三方バルブ AV8-3 により、バッファ槽 111 とエアポンプ 137 とが流通するようにしたり、バッファ槽 111 と大気とが流通するようにしたりすることができる。

#### 【0157】

エアポンプ 137 は排気管 138 および給気管 139 を備えており、給排気管 136 は排気管 138 および給気管 139 に連通接続されている。排気管 138 には三方バルブ AV8-1 が介装されており、給気管 139 には三方バルブ AV8-2 が介装されている。三方バルブ AV8-1, AV8-2, AV8-3 は、加圧／減圧部 164 に集約されている。

三方バルブ AV8-1 を大気とエアポンプ 137 とが流通するようにし、三方バルブ AV8-2 をエアポンプ 137 と給排気管 136 とが流通するようにして、エアポンプ 137 を作動させることにより、バッファ槽 111 内に空気を供給（給気）できる。また、三方バルブ AV8-1 を給排気管 136 とエアポンプ 137 とが流通するようにし、三方バルブ AV8-2 をエアポンプ 137 と大気とが流通するようにして、エアポンプ 137 を作動させることにより、バッファ槽 111 内の気体を排出（排気）できる。

#### 【0158】

入口側主流路切り換え部 113、出口側主流路切り換え部 114、銅溶解タンク内流路切り換え部 153、置換原液供給部 112、および加圧／減圧部 164 の各バルブ、ならびにバルブ AV7-1 の開閉や、ポンプ P5、エアポンプ 137 の動作は、シリアル／パラレル変換器 165 を介して、ウエハ処理部 1 のシステムコントローラ 155 により制御される。定量確認センサ 126, 133、空確認センサ 127, 134、流量計 123、および重量計 154a～154c の出力信号は、シリアル／パラレル変換器 165 を介して、ウエハ処理部 1 のシステムコントローラ 155 に入力される。

#### 【0159】

図 13 は、銅溶解タンク 110a～110c の共通の構造を示す図解的な断面図である。

銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c は、外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c と内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c とを備えたカートリッジ 1 4 0、およびカートリッジ 1 4 0 に配管を接続するための接続部材 1 4 1 を含んでいる。

外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の一方端側（図 1 3 で下端）は、底板 1 1 0 P によって塞がれている。接続部材 1 4 1 は、カートリッジ 1 4 0 の底板 1 1 0 P 側とは反対側の端部に接続されている。内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c の接続部材 1 4 1 側の端部は、メッキ液導入口 1 1 7 E となっている。内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c と外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c との間で、接続部材 1 4 1 側の端部には、メッキ液排出口 1 1 6 E が形成されている。

#### 【 0 1 6 0 】

カートリッジ 1 4 0 および接続部材 1 4 1 は、それぞれフランジ 1 4 3、1 4 4 を備えている。フランジ 1 4 3 とフランジ 1 4 4 とは、環状の固定部材 1 4 2 により着脱容易に固定されている。固定部材 1 4 2 を外して、カートリッジ 1 4 0 を交換することが可能である。

外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c と内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c との間の環状空間 1 4 5 には、銅の線材を織ってメッシュ状に形成され、平面視においてドーナツ形状を有する複数枚の銅メッシュ 1 4 6 が、カートリッジ 1 4 0 の長さ方向に沿って積層され（積み重ねられ）ている。メッキ液は、環状空間 1 4 5 内をカートリッジ 1 4 0 の長さ方向に沿って下方から上方へと流れる。つまり、銅メッシュ 1 4 6 の積層方向は、メッキ液の流路に沿っている。銅メッシュ 1 4 6 は、メッキ液に溶解してメッキ液に銅イオンを供給する銅イオン供給源として機能する。

#### 【 0 1 6 1 】

銅メッシュ 1 4 6 の外径は外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の内径にほぼ等しく、銅メッシュ 1 4 6 の内径は内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c の外径にほぼ等しい。したがって、銅メッシュ 1 4 6 は、環状空間 1 4 5 においてメッキ液の流路を横切るように配されている。このため、メッキ液は銅メッシュ 1 4 6 を回避して流れることはできず、銅メッシュ 1 4 6 の空隙を流るので、銅メッシュ 1 4 6 は効率的にメッキ液に溶解される。

#### 【 0 1 6 2 】



環状空間 1 4 5 の両端の入口部（下端）および出口部（上端）には、積層された銅メッシュ 1 4 6 を両側から挟むように、環状のフィルタ 1 4 7 が配されている。フィルタ 1 4 7 は、環状空間 1 4 5 を通過する液体中の異物を除去することができる。環状空間 1 4 5 の接続部材 1 4 1 側には、フィルタ 1 4 7 とカートリッジ 1 4 0 の接続部材 1 4 1 側の端部との間を一定の間隔に保つためのフィルタ押さえ 1 4 8 が配されている。環状空間 1 4 5 内の液体は、フィルタ押さえ 1 4 8 に形成された貫通口を通過して自由に流れることができる。

#### 【0 1 6 3】

カートリッジ 1 4 0 内には、カートリッジ 1 4 0 の長さ方向に沿って、排液管 1 4 9 a ～ 1 4 9 c が配設されている。排液管 1 4 9 a ～ 1 4 9 c は、銅メッシュ 1 4 6 を回避するように、フィルタ押さえ 1 4 8 により確保された空間を介して内管 1 1 7 a ～ 1 1 7 c 内に導入されている。

接続部材 1 4 1 には、循環分岐配管 1 2 1 a ～ 1 2 1 c、循環分岐配管 1 1 9 a ～ 1 1 9 c、および循環分岐配管 1 2 2 a ～ 1 2 2 c が接続されている。接続部材 1 4 1 の内部には、連通孔 1 5 0、1 5 1、1 5 2 が形成されている。循環分岐配管 1 2 1 a ～ 1 2 1 c は、連通孔 1 5 0 およびメッキ液導入口 1 1 7 E を介して内管 1 1 7 a ～ 1 1 7 c に連通接続されている。循環分岐配管 1 1 9 a ～ 1 1 9 c は、連通孔 1 5 1 およびメッキ液排出口 1 1 6 E を介して環状空間 1 4 5 に連通接続されている。循環分岐配管 1 2 2 a ～ 1 2 2 c は、連通孔 1 5 2 を介して排液管 1 4 9 a ～ 1 4 9 c に連通接続されている。

#### 【0 1 6 4】

図 1 4 は、銅メッシュ 1 4 6 の図解的な斜視図である。

一例であるが、銅メッシュ 1 4 6 の外径  $d_o$  はおよそ 1 2 0 mm であり、その内径  $d_i$  はおよそ 3 0 mm である。したがって、銅メッシュ 1 4 6 をシートとみなした場合の 1 枚の銅メッシュ 1 4 6 の面積は、およそ  $100\text{ cm}^2$  である。たとえば、メッシュ数は 5、すなわち、1 インチあたりの銅の線材の数は 5 本である。また、たとえば、使用前（メッキ液に溶解され始める前）において、1 枚の銅メッシュ 1 4 6 の銅の線材の全表面積はおよそ  $120\text{ cm}^2$  であり、1 枚の銅メッシュ 1 4 6 の重量はおよそ 2 7 g である。

## 【0165】

1本のカートリッジ140には、たとえば、環状空間145に225枚の銅メッシュ146が積層して配されている。使用前のこれらの銅メッシュ146の総重量は、たとえば、およそ6kgである。

以下、銅メッシュ146の特徴を、銅イオン供給源として球状の銅の集合物を用いた場合との比較において説明する。

半径が $r_1$ である球状の銅（以下、「粒子」という。）は、表面積 $s_1$ が $4\pi r_1^2$ であり、体積 $v_1$ が $4/3\pi r_1^3$ である。半径が $r_2 = r_1/2$ である粒子は、表面積 $s_2$ が $4\pi r_2^2 = 4\pi (r_1/2)^2 = s_1/4$ であり、体積 $v_2$ が $4/3\pi r_2^3 = 4/3\pi (r_1/2)^3 = v_1/8$ である。

## 【0166】

次に、単位体積あたりの粒子の数を計算する。粒子が直交座標系において各座標軸に沿って密に整列しているとする。粒子の半径が $r_1$ のとき、各座標軸の単位長さあたりの粒子の数 $n_1$ は $1/r_1$ であり、単位体積あたりの粒子数 $N_1$ は $n_1^3$ である。また、単位体積あたりの粒子の表面積 $S_1$ は $n_1^3 \times s_1$ であり、単位体積あたりの粒子の正味体積 $V_1$ は $n_1^3 \times v_1$ である。

一方、半径が $r_2 = r_1/2$ である粒子の場合、各座標軸の単位長さあたりの粒子の数 $n_2$ は $1/r_2$ であり、単位体積あたりの粒子数 $N_2$ は $n_2^3 = 1/r_2^3 = 1/(r_1/2)^3 = 8/r_1^3 = 8n_1^3 = 8N_1$ である。同様に、単位体積あたりの粒子の表面積 $S_2$ は $n_2^3 \times s_2 = 2n_1^3 s_1 = 2S_1$ であり、単位体積あたりの粒子の正味体積 $V_2$ は $n_2^3 \times v_2 = n_1^3 v_1 = V_1$ である。

## 【0167】

すなわち、粒子の半径を2分の1にすると、単位体積あたりの粒子数は8倍になり、単位体積あたりの粒子の表面積は2倍になり、単位体積あたりの粒子の正味体積は変化しない。したがって、粒子の半径を2分の1にし粒子の全重量を2分の1にすると、粒子の全表面積は変わらない。メッキ液への銅の溶出速度（銅イオンの供給性能）は、粒子の全表面積に依存するので、このようにすることにより、銅イオンの供給性能を変えずに軽量化を図ることができる。銅の形状を立方体等のチップ状にしても同様である。

## 【0168】

次に、粒子が銅溶解タンク 110a~110c 内に存在していた場合の粒子による圧力損失（圧損）を考える。メッキ液等銅溶解タンクを流れる液体が非圧縮流体であるとする、その液体の流量を一定とすると、メッキ液等の圧力損失  $\Delta P_1$  は、 $kL/SR^2$  で表される。ここで、 $k$  は定数であり、 $L$  は粒子が存在している空間の流路に沿う長さであり、 $S$  はその断面積であり、 $R$  は粒子の半径である。

## 【0169】

上述の例のように、粒子の半径を 2 分の 1 にし、粒子の正味体積を 2 分の 1 にした場合、粒子が存在している空間の長さ  $L$  も 2 分の 1 になり、圧力損失  $\Delta P_2$  は  $kL_2^2/S = k(L/2) \cdot 1 / (S(R/2)^2) = 2\Delta P_1$  になる。

すなわち、銅供給源として球状の銅を用いた場合、銅イオンの供給性能を維持しつつ軽量化を図ろうとして、粒子の半径を 2 分の 1 にし全重量を 2 分の 1 にした場合、圧力損失は 2 倍になる。このように、銅の重量に反比例して圧力損失は大きくなるので、銅供給源として球状の銅を用いた場合、軽量化と低い圧力損失とは両立し得ない。

## 【0170】

次に、銅供給源が積層された複数の銅メッシュ 146 である場合を考える。銅の線材（以下、「素線」という。）を円柱状とすると、メッシュ数を変えずに素線の半径を 2 分の 1 にすると、1 枚の銅メッシュ 146 に含まれる素線の全長はほとんど変わらずに、1 本の素線の体積は 4 分の 1 になるので、1 枚の銅メッシュ 146 の重量はおよそ 4 分の 1 になり、1 枚の銅メッシュ 146 の厚さはおよそ 2 分の 1 になり、1 枚の銅メッシュ 146 あたりの素線の全面積はおよそ 2 分の 1 になる。ここで、素線の端面の面積は無視している。

## 【0171】

銅溶解タンク 110a~110c の環状空間 145 に、メッキ液等の流路に沿う一定の長さの空間に銅メッシュ 146 を配する場合を考えると、素線の半径が  $r_3$  のときと比べて、素線の半径が  $r_4 = r_3/2$  のときは、銅メッシュ 146 の枚数は 2 倍になり、銅メッシュ 146 の総重量は 2 分の 1 になる。すなわち、メ

メッキ液等の流路に沿う一定の長さの空間に銅メッシュ146を密に配するという条件の下で、素線の半径を2分の1にすると、素線の全表面積は変わらず銅メッシュ146の全重量を2分の1にすることができる。以上は、銅供給源が球状の銅の場合と同様である。

【0172】

次に、銅メッシュ146が銅溶解タンク110a～110c内に存在していた場合の銅メッシュ146による圧力損失を考える。この場合、メッシュ数一定のまま素線の半径を2分の1にしても、メッキ液等が流れる銅メッシュ146の開口は狭くならず、むしろ素線が細くなる分開口は大きくなる。また、銅メッシュ146が存在している空間の流路に沿う長さも変わらないので、圧力損失は、変わらないか、むしろ小さくなる。この点は、上述の球状の銅（粒子）を用いた場合と大きく異なる。

【0173】

また、メッシュ状の銅を用いた方が、球状の銅を用いた場合より、これらが密に配された状態での隙間を大きくとれるので、圧力損失の絶対値を小さくすることができる。特に、銅メッシュ146の積層方向に開口が揃えられていた場合、圧力損失は小さくなる。圧力損失を小さくするため、銅メッシュ146が配された空間の空隙率は、30%以上（当該空間の体積に対する銅メッシュ146の体積の割合が70%以下）であることが好ましい。また、銅メッシュ146のメッシュ数を変更することにより、空隙率を変更可能であり、初期的な空隙率を制御しやすい。

【0174】

さらに、粒子を用いた場合、銅のメッキ液等への溶解が進むに従って、圧力損失が増大する。このような事態を回避しようとする、小さくなった粒子を何らかの方法により流路から除去せねばならない。これに対し、銅メッシュ146を用いた場合は、銅のメッキ液等への溶解が進んでも、素線が相互に織り込まれた構造は変化せず空隙率の変化は少ないので、圧力損失の変化は少ない。

銅メッシュ146のメッキ液等への溶解がさらに進み、メッシュ構造が維持できなくなり、素線片が流れ出した場合は、素線片はフィルタ147により捉えら

れるようになっている。

#### 【0175】

このような銅メッシュ146は、大きな長方形または正方形のメッシュを一定形状の型により打ち抜いて得ることができる。

図15は、主成分管理部2、微量成分管理部3、および後処理薬液供給部4の制御系統の構成を示すブロック図である。

主成分管理部2は、シリアル／パラレル変換器165および操作パネル166を備えている。ウエハ処理部1に備えられたシステムコントローラ155は、RS-485規格のケーブルを介してシリアル／パラレル変換器165と接続されており、RS-232C規格のケーブルを介して操作パネル166と接続されている。

#### 【0176】

シリアル／パラレル変換器165には、電磁弁167やセンサ168（たとえば、定量確認センサ126、133、空確認センサ127、134、重量計154a～154c）などがパラレル接続されている。電磁弁167は、たとえば、エア弁からなるバルブ（たとえば、バルブAV1-1など）を制御することができる。また、操作パネル166により、作業者は主成分管理部2に関する情報を入力することができる。

#### 【0177】

微量成分管理部3は、微量成分管理コントローラ169を備えており、ウエハ処理部1に備えられたシステムコントローラ155によらない制御もできるようになっている。微量成分管理コントローラ169とシステムコントローラ155とは、RS-232C規格のケーブルで接続されている。

微量成分管理コントローラ169には、ディスプレイ170、キーボード171、ポテンショスタット（電源）172、シリンジポンプ173、シリアル／パラレル変換器174などが接続されている。ディスプレイ170およびキーボード171により、微量成分管理コントローラ169と作業者の間で、情報の入出力をできるようになっている。

#### 【0178】

メッキ液中の微量成分の濃度を測定する際、シリンジポンプ173により、サンプルリングされたメッキ液に指示薬等を滴下することができる。また、シリンジポンプ173により、補充すべき量の微量成分を計量することができる。

シリアル／パラレル変換器174には、パラレルケーブルを介して電磁弁175やセンサ176（たとえば、液面センサ）が接続されている。電磁弁175は、たとえば、エア弁からなるバルブを制御することができる。

#### 【0179】

後処理薬液供給部4は、シリアル／パラレル変換器177を備えている。ウェハ処理部1に備えられたシステムコントローラ155は、RS-485規格のケーブルを介してシリアル／パラレル変換器177と接続されている。シリアル／パラレル変換器177には、パラレルケーブルを介して電磁弁178およびセンサ179などが接続されている。電磁弁178は、たとえば、エア弁からなるバルブ（たとえば、バルブ93V，108V）を制御することができる。

#### 【0180】

以下、図12および図13を参照して、メッキ処理部12でメッキ処理を行うときの主成分管理部2の動作について説明する。

メッキ処理に先立って、システムコントローラ155により、いずれの銅溶解タンク110a～110cを使用するかが決定される。銅溶解タンク110a～110cは、内部の銅メッシュ146の重量が最も小さいものが使用され、他のものは予備（リザーブ）とされ使用されない。

#### 【0181】

システムコントローラ155のメモリには、予め、各銅溶解タンク110a～110cの正味の重量およびこれらの内部にメッキ液等が満たされたときの重量のデータが入力されており、システムコントローラ155は、各重量計154a～154cの出力信号に基づいて、各銅溶解タンク110a～110c内の銅メッシュ146の重量を計算する。

その結果、たとえば、銅溶解タンク110a内の銅メッシュ146が、最も重量が小さく、かつ、その重量が一定時間メッキ液に銅イオンを供給するのに十分な重量であると判断されたとする。この場合、システムコントローラ155は、

メッキ処理部 1 2 と銅溶解タンク 1 1 0 a との間でメッキ液を循環させる流路を形成するように制御する。具体的には、バルブ A V 1 - 2, A V 1 - 5, A V 3 - 2, A V 3 - 1, A V 2 - 1 が開かれ、他のバルブは閉じられる。

## 【 0 1 8 2 】

この状態で、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、ポンプ P 5 が作動される。これにより、メッキ液は、メッキ処理部 1 2 から銅溶解タンク 1 1 0 a 内に送られ、銅溶解タンク 1 1 0 a 内の銅メッシュ 1 4 6 の隙間を通して、再びメッキ処理部 1 2 へと戻される。

銅溶解タンク 1 1 0 a 内では、メッキ液中の 3 価の鉄イオンが銅メッシュ 1 4 6 から電子を奪い取って 2 価の鉄イオンに還元される。電子を奪われた銅メッシュ 1 4 6 からは銅イオンがメッキ液中に溶出する。このような反応は、銅からなる溶解性のアノードを用いた場合のように、ブラックフィルムが形成されていなくても生じる。

## 【 0 1 8 3 】

このようにして、メッキ処理中にウエハ W 下面で銅イオンが失われる一方で、銅メッシュ 1 4 6 から銅イオンが補われる。また、アノード電極 7 6 近傍で 2 価の鉄イオンが 3 価の鉄イオンに酸化される一方で、銅メッシュ 1 4 6 近傍で 3 価の鉄イオンが 2 価の鉄イオンに還元される。

メッキ液中の銅イオンならびに 2 価および 3 価の鉄イオンの濃度が、所定の濃度からずれると、ウエハ W 表面に形成された微細な孔や溝の埋め込み性が悪くなり良好なメッキができなくなる。したがって、メッキ液中の銅イオンならびに 2 価および 3 価の鉄イオンの濃度を所定の値（所定の濃度範囲内）に保つ必要がある。すなわち、ウエハ W 下面で失われる銅イオンの量と、銅メッシュ 1 4 6 から溶出する銅イオンの量がほぼ同じになるようにし、アノード電極 7 6 近傍で生じる 2 価の鉄イオンの量と、銅メッシュ 1 4 6 近傍で生じる 3 価の鉄イオンの量とがほぼ同じになるようにしなければならない。

## 【 0 1 8 4 】

メッキによるメッキ液中の銅イオンの消費速度は、各メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d の稼働状態によって決まる。また、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c

内において、銅メッシュ146のメッキ液中への溶出速度は、メッキ液に接する銅メッシュ146を構成する素線の表面積（以下、単に「銅メッシュ146の表面積」という。）、銅メッシュ146の隙間を流れるメッキ液の流速、およびメッキ液中の鉄イオン濃度によって決まる。

【0185】

銅メッシュ146の所期形状は一定であり、銅メッシュ146を構成する素線は、溶解により所期の形状と相似形を保ったまま小さくなるものとみなせる。したがって、銅メッシュ146の体積（重量）がわかれば、銅メッシュ146の表面積を求めることができる。銅メッシュ146の重量は、上述のように重量計154a～154cの出力信号に基づいて求めることができる。

また、銅メッシュ146の隙間を流れるメッキ液の流速は、銅溶解タンク110a～110cへ流入するメッキ液の流量で代用することができる。

【0186】

このため、システムコントローラ155は、ポンプP5の送液量を、メッキ処理ユニット20a～20dの稼働状態、重量計154a～154cの出力信号に基づいて求められた銅メッシュ146の表面積、および吸光度計66Bの出力信号に基づいて決定する。ポンプP5の送液量は、流量計123の出力信号がシステムコントローラ155にフィードバックされることにより、所定の流量になるように調整される。このような制御により、メッキ液中の銅イオンの濃度をほぼ一定に保つことができる。

【0187】

システムコントローラ155により、銅溶解タンク110a内の銅メッシュ146の重量が、所定の重量（以下、溶解され始める前のこの銅メッシュ146の重量の半分とする。）以下になったと判定されると、2番目に重量の小さい銅メッシュ146が収容された銅溶解タンク（以下、銅溶解タンク110bとする）にも、メッキ液が流れるようにされる。具体的には、システムコントローラ155の制御により、すでに開かれているバルブに加え、バルブAV4-1，AV4-2がさらに開かれる。

【0188】



これにより、メッキ液は、メッキ処理部12のメッキ液収容槽55と銅溶解タンク110a、110bとの間を循環するようになる。銅メッシュ146は、メッキ液への溶解が進行するに従って表面積が小さくなり、メッキ液への銅イオン供給能力は低下する。このような場合でも、上述のポンプP5による送液量の制御に加えて、新たにメッキ液の循環が開始される銅溶解タンク（銅溶解タンク110b）内の銅メッシュ146から銅イオンが供給されることにより、メッキ液中の銅イオン濃度はほぼ一定に保たれる。

## 【0189】

銅メッシュ146のメッキ液への溶解がさらに進み、銅溶解タンク110b内の銅メッシュ146の重量が、溶解され始める前のこの銅メッシュ146の重量の半分（所定の重量）以下になったと判定されると、システムコントローラ155の制御により、さらに、銅溶解タンク110cにもメッキ液が流れるようにされる。このとき、銅溶解タンク110a内の銅メッシュ146は、ほとんどなくなっているため、銅溶解タンク110aのカートリッジ140を、新しい（所期の量の銅メッシュ146が収容された）カートリッジ140に交換する。

## 【0190】

このように、3つの銅溶解タンク110a～110cを主成分管理部2に接続して使用することにより、カートリッジ140の交換時を含めて、メッキ液に常時十分な量の銅イオンを供給することができる。

次に、メッキ処理部12でメッキ処理がされていないときの主成分管理部2の動作について説明する。メッキ処理ユニット20a～20dでメッキ処理が行われていないとき、メッキ液収容槽55と銅溶解タンク110a～110cとの間でメッキ液を循環させると、メッキ液中の銅イオンの濃度は適正な濃度範囲を超えて上昇する。これは、メッキ液中の銅イオンが消費されないにもかかわらず、銅メッシュ146からメッキ液に銅イオンが供給されるからである。

## 【0191】

また、メッキ液の循環を停止すると、銅溶解タンク110a～110c内の銅メッシュ146の表面が不可逆的に変質し、再度、メッキ液を循環させてメッキ処理ユニット20a～20dでメッキ処理を行ったとき、ウエハW表面に形成さ

れた微細な孔や溝を良好に埋めてメッキできなくなる。

そこで、メッキ処理部 1 2 でメッキ処理がされていないときは、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c 内のメッキ液を置換液に置換し、メッキ液の銅イオン濃度の上昇および銅メッシュ 1 4 6 表面の変質を防ぐようにされる。以下、置換する対象を銅溶解タンク 1 1 0 a とする。

#### 【 0 1 9 2 】

上述の銅メッシュ 1 4 6 表面の変質は、数時間以内に起こる場合がある。一方、メッキ処理部 1 2 で一旦メッキ処理を終了した場合でも、生産計画の変更等により、すぐにメッキ処理を再開する場合がある。この場合、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液が置換液に置換されていると、再び銅溶解タンク 1 1 0 a 内をメッキ液に置換しなければならず、生産性が低下する。このため、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液は、メッキ処理部 1 2 におけるメッキ処理が終了してから 2 ~ 3 時間の待機時間が経過した後に、置換液に置換される。

#### 【 0 1 9 3 】

メッキ処理部 1 2 でメッキ処理が終了した後、すぐにメッキ処理を再開する可能性が低い場合などは、メッキ処理が終了した直後に、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液を置換液に置換することとしてもよい。

先ず、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、ポンプ P 5 が停止され、主成分管理部 2 のすべてのバルブが閉じられる。続いて、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、加圧／減圧部 1 6 4 がバッファ槽 1 1 1 内に給気するようにされる。これによりバッファ槽 1 1 1 内は加圧される。次に、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ A V 2 - 2 , A V 3 - 1 , A V 3 - 2 , A V 1 - 5 , A V 1 - 2 が開かれる。これにより、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液が、メッキ処理部 1 2 のメッキ液収容槽 5 5 内に送られる。

#### 【 0 1 9 4 】

システムコントローラ 1 5 5 は、重量計 1 5 4 a の出力信号に基づき、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液の重量を算出し、銅溶解タンク 1 1 0 a 内にメッキ液がほぼなくなつたと判断されるまで、メッキ液収容槽 5 5 内へのメッキ液の送液操作を継続する。銅溶解タンク 1 1 0 a 内にメッキ液がほぼなくなつたと判断

されると、システムコントローラ155は、バルブAV3-3を一定時間開くように制御する。これにより、銅溶解タンク110aの底部に残っていたメッキ液のほぼ全量が、排液管149aを介して押し出される。

【0195】

次に、システムコントローラ155の制御により、バルブAV7-1が開かれて、バッファ槽111内に純水が導入される。バッファ槽111内の液面が上昇し、定量確認センサ126の出力信号により、バッファ槽111内の純水の液面が所定の高さ位置に達したと判断されると、システムコントローラ155の制御により、バルブAV7-1が閉じられる。これにより、バッファ槽111内に所定量の純水が導入される。

【0196】

続いて、システムコントローラ155の制御により、主成分管理部2のすべてのバルブが閉じられ、加圧／減圧部164がバッファ槽111内を排気するようにされる。これにより、バッファ槽111内は減圧状態となる。続いて、システムコントローラ155の制御により、バルブAV6-1、AV6-3が開かれる。これにより、計量カップ129内も減圧状態となり、置換原液タンク128内の置換原液が、置換原液移送管130を介して計量カップ129内へと吸い上げられる。

【0197】

この間、システムコントローラ155により、定量確認センサ133の出力信号がモニタされ、計量カップ129内の置換原液の液面が所定の高さ以上になったと判断されると、バルブAV6-3、AV6-1が閉じるように制御される。これにより、所定量の置換原液が計量カップ129内に採取される。

そして、システムコントローラ155の制御により、バルブAV6-2、AV6-4が開かれる。これにより、計量カップ129内は大気圧にされるので、計量カップ129内の置換原液は、置換原液移送管131および置換原液供給配管124を介して、より圧力の低いバッファ槽111内へと移送され、バッファ槽111内の純水と混合される。空確認センサ134に出力信号に基づいて、計量カップ129内が空であると判断されると、システムコントローラ155は、バ

バルブ A V 6 - 2 , A V 6 - 4 を閉じるように制御する。

【 0 1 9 8 】

以上の操作により、バッファ槽 1 1 1 内に所定濃度の置換液（たとえば、1 0 %硫酸水溶液）が得られる。

続いて、システムコントローラ 1 5 5 によりバルブ A V 8 - 3 が制御され、バッファ槽 1 1 1 と大気とが流通するようにされる。これにより、バッファ槽 1 1 1 内は大気圧になる。その後、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ A V 1 - 1 , A V 1 - 5 , A V 3 - 2 , A V 3 - 1 , A V 2 - 2 が開かれ、ポンプ P 5 が作動される。この際、ポンプ P 5 は、所定の時間のみ作動されるか、または、重量計 1 5 4 a の出力信号により、銅溶解タンク 1 1 0 a 内が置換液で満たされたと判断されるまで作動される。その後、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、ポンプ P 5 が停止され、主成分管理部 2 内のすべてのバルブが閉じられる。

【 0 1 9 9 】

そして、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ A V 1 - 1 , A V 1 - 4 が開かれて、バッファ槽 1 1 1 内に残った置換液が排出される。この際、システムコントローラ 1 5 5 により加圧／減圧部 1 6 4 が制御されて、バッファ槽 1 1 1 内が加圧されて置換液が押し出される。以上の操作により、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液が置換液に置換される。メッキ時に使用されていなかった銅溶解タンク 1 1 0 b , 1 1 0 c も、同様の手順により、内部に置換液が満たされている。

【 0 2 0 0 】

これにより、メッキ液中の銅イオン濃度は上昇することはない、また、銅メッキ 1 4 6 の表面が変質することもない。メッキ処理部 1 2 と銅溶解タンク 1 1 0 a ( 1 1 0 b , 1 1 0 c ) との間で、再度メッキ液を循環させ、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d でメッキを行う際は、ウエハ W 表面に形成された微細な孔や溝を埋めて良好にメッキできる。硫酸はメッキ液の支持電解質であるので、置換液が硫酸水溶液である場合、多少の置換液がメッキ液に混入しても悪影響を及ぼさない。

## 【0201】

上述の置換液への置換操作において、銅溶解タンク110a内のメッキ液を抜き取った後、置換液を導入する前に、銅溶解タンク110aに純水を導入し排出するようにしてもよい。銅溶解タンク110a内に純水を導入するには、純水供給源からバッファ槽111内に純水のみ導入して（純水導入の後、置換原液を導入せず）、置換液を銅溶解タンク110a内に導入したときと同様の操作を行えばよい。この場合、置換液に混入するメッキ液の量を少なくできる。

## 【0202】

次に、銅溶解タンク110a～110cのカートリッジ140を交換する手順を説明する。

銅メッシュ146の溶解が進み、銅溶解タンク110a～110c内の銅メッシュ146の残量が一定量以下（たとえば、ほぼゼロとみなせる量）になると、その銅溶解タンク110a～110cのカートリッジ140を、所期の量の銅メッシュ146が収容されたカートリッジ140に交換する必要がある。

## 【0203】

上述のように、メッキ処理ユニット20a～20dでメッキ処理が行われているときは、システムコントローラ155により、重量計154a～154cの出力信号がモニタされ、各銅溶解タンク110a～110c内の銅メッシュ146の重量が算出されている。これにより、いずれかの銅溶解タンク110a～110c（以下、銅溶解タンク110aとして説明する。）の銅メッシュ146が、所定の重量以下になったと判断されると、システムコントローラ155の制御により、ディスプレイ156にその旨の表示がされるとともに、警報音発生装置158（図11参照）が制御されて警報音が発せられる。

## 【0204】

そして、自動で、または、作業者がキーボード157またはポインティングデバイス156pを介してシステムコントローラ155に指示を与えることにより、システムコントローラ155はポンプP5を停止するように制御する。これにより、メッキ液の循環は停止される。そして、システムコントローラ155の制御により、銅溶解タンク110a内を置換液で置換するときと同様の操作により

、銅溶解タンク 1 1 0 a からメッキ液が抜き出され、純水が銅溶解タンク 1 1 0 a 内に導入された後抜き出される。これにより、銅溶解タンク 1 1 0 a 内は洗浄される。

#### 【 0 2 0 5 】

続いて、使用可能な他の 2 本の銅溶解タンク 1 1 0 b, 1 1 0 c のうち、銅メッシュ 1 4 6 の重量が小さいもの（以下、銅溶解タンク 1 1 0 b として説明する。）が選択される。そして、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、メッキ液を抜き出すときと同様の手順に従い、銅溶解タンク 1 1 0 b 内の置換液が抜き出される。ただし、この操作が行われるときは、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ A V 1 - 2 が閉じられバルブ A V 1 - 4 が開かれて、抜き出された置換液は排出される。

#### 【 0 2 0 6 】

続いて、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、銅溶解タンク 1 1 0 a が使用されていたときと同様の操作により、銅溶解タンク 1 1 0 b とメッキ処理部 1 2 のメッキ液収容槽 5 5 との間でメッキ液が循環される。

以上の操作において、メッキ液の循環が停止されてから再び循環が開始されるまでの間は、メッキ液に銅イオンが供給されない。しかし、メッキ液収容槽 5 5（図 6 参照）は大量のメッキ液を収容できるので、この間にウエハ W に対するメッキ処理を続行しても、メッキ液中の銅イオン濃度や 2 価の鉄イオンと 3 価の鉄イオンとの割合は急激には変わらない。したがって、この間にウエハ W に対するメッキ処理を続行しても、メッキによる銅膜の特性はほとんど変わらない。ただし、メッキ液収容槽 5 5 とメッキカップ 5 6 a ~ 5 6 d との間のメッキ液の循環は、継続されるものとする。

#### 【 0 2 0 7 】

作業者が、古い（現在、銅溶解タンク 1 1 0 a に取り付けられている）カートリッジ 1 4 0 と、新しい（所期の量の銅メッシュ 1 4 6 が収容された）カートリッジ 1 4 0 とを交換する際は、安全のため、メッキ液の循環が停止される。このため、作業者は、ディスプレイ 1 5 6 またはポインティングデバイス 1 5 6 p を介して、システムコントローラ 1 5 5 にメッキ液の循環を停止するように指示を

与える。これに応答して、システムコントローラ 1 5 5 は、ポンプ P 5 を停止するように制御する。これにより、メッキ処理部 1 2 とすべての銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c との間のメッキ液の循環は停止される。

【 0 2 0 8 】

そして、作業者は、銅溶解タンク 1 1 0 a の固定部材 1 4 2 を外して、古いカートリッジ 1 4 0 の代わりに新しいカートリッジ 1 4 0 を取り付ける。交換が終了すると、作業者は、その旨の情報を、ディスプレイ 1 5 6 またはポインティングデバイス 1 5 6 p を介して、システムコントローラ 1 5 5 に与える。これに答えて、システムコントローラ 1 5 5 はポンプ P を作動させるように制御する。これにより、メッキ処理部 1 2 と銅溶解タンク 1 1 0 b との間で、メッキ液の循環が再開される。

【 0 2 0 9 】

この場合も、メッキ液の循環を停止している間、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d においてメッキ処理を行うことができる。すなわち、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d においてメッキ処理がされているときでも、カートリッジ 1 4 0 の交換をすることができ、作業性がよい。

予備の銅溶解タンク 1 1 0 b, 1 1 0 c は、銅溶解タンク 1 1 0 a が使用されているときでも主成分管理部 2 に接続された状態にされているので、銅溶解タンク 1 1 0 a を交換しなければならなくなったときには、すぐに銅溶解タンク 1 1 0 b ( 1 1 0 c ) に切り換えて使用することができる。予備の銅溶解タンク 1 1 0 b, 1 1 0 c 内の銅メッシュ 1 4 6 は十分重量が大きいので、銅溶解タンク 1 1 0 a のカートリッジ 1 4 0 を交換するための時間的余裕がある。

【 0 2 1 0 】

以上のように、消耗した銅メッシュ 1 4 6 が収容されたカートリッジ 1 4 0 と新しい銅メッシュ 1 4 6 が収容されたカートリッジ 1 4 0 とを交換することにより銅メッシュ 1 4 6 ( 銅供給源 ) を交換でき、クリーンルーム内で銅メッシュ 1 4 6 を直接取り扱う必要がない。すなわち、銅供給源の交換が容易であり、銅供給源 ( 銅メッシュ 1 4 6 、カートリッジ 1 4 0 ) を交換する際、周囲 ( クリーンルームや基板処理装置 1 0 内 ) を汚すこともない。

## 【 0 2 1 1 】

上述のように、メッキ処理に先立って、ブラックフィルムを形成する必要がないので、カートリッジ 1 4 0 交換後のウォーミングアップも不要である。したがって、基板処理装置 1 0（メッキ装置）の稼働率を高くできる。

図 1 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係る基板処理装置に備えられた主成分管理部 2 0 2 の図解図である。第 2 の実施形態に係る基板処理装置の構成は、主成分管理部 2 0 2 以外は第 1 の実施形態に係る基板処理装置 1 0 と同様である。主成分管理部 2 0 2 は、図 1 の構成の基板処理装置 1 0 において、主成分管理部 2 に代えて使用することができる。図 1 6 において、図 1 2 に示す主成分管理部 2 の構成要素等に対応する構成要素等は、同一符号を付して説明を省略する。

## 【 0 2 1 2 】

この主成分管理部 2 0 2 は、内部に銅供給源が収容された少なくとも 1 つ（この実施形態では 2 つ）の銅溶解タンク 2 1 0 a, 2 1 0 b を備えている。銅溶解タンク 2 1 0 a または銅溶解タンク 2 1 0 b とメッキ液収容槽 5 5 との間でメッキ液を循環させながら、メッキ液に銅イオンを供給できる。

また、主成分管理部 2 と同様、主成分管理部 2 0 2 は、メッキ処理部 1 2 でメッキ処理が行われていないときには、置換原液供給部 1 1 2 およびバッファ槽 1 1 1 等により、銅溶解タンク 2 1 0 a, 2 1 0 b 内を置換液で置換された状態とすることができる。これにより、内部に収容された銅供給源の表面が変質することを防止できる。

## 【 0 2 1 3 】

図 1 7 は、銅溶解タンク 2 1 0 a, 2 1 0 b の図解的な中心軸を含む断面図である。図 1 7 において、図 1 3 に示す銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c の構成要素等に対応する部分は同一符号を付して説明を省略する。

銅溶解タンク 2 1 0 a, 2 1 0 b は、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c と同様、カートリッジ 1 4 0 と接続部材 1 4 1 とを含んでいる。カートリッジ 1 4 0 の内部には、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c の銅メッシュ 1 4 6 の代わりに、内壁および外壁を有する直管状の銅管 2 0 3 が銅供給源として収容されている。銅管 2 0 3 は、カートリッジ 1 4 0 の長さの半分強の長さを有しており、長さ方向



がカートリッジ 140 の長さ方向に沿うように収容されている。したがって、銅管 203 の内壁および外壁は、メッキ液の流路にほぼ沿っている。

#### 【0214】

環状空間 145 の両端の入口部（下端）および出口部（上端）には、環状のフィルタ 147 L, 147 U が設けられている。銅管 203 は、両フィルタ 147 L, 147 U の間に配置されている。フィルタ 147 L, 147 U は、たとえば、フッ素樹脂からなるメッシュが積層されたものとしてすることができる。下方のフィルタ 147 L は、上方のフィルタ 147 U より厚くされており、環状空間 145 に導入されるメッキ液を拡散させることができる。下方のフィルタ 147 L は、目が粗い（たとえば、目開きが 5 mm 程度）ものでよいが、上方のフィルタ 147 U の目は、環状空間 145 を通過する液体中の異物を除去することができるように、より細かくされている。

#### 【0215】

図 18 は、カートリッジ 140 の長さ方向に垂直な切断面を示す図解的な断面図である。

一例であるが、銅管 203 は、JIS 8A L タイプのものを使用することができる。この場合、使用前（メッキ液に溶解され始める前）の銅管 203 の外径はおよそ 9.52 mm であり、その肉厚はおよそ 0.76 mm でほぼ一定であり、その長さは、およそ 300 mm である。したがって、1 本の銅管 203 の表面積は、およそ  $165 \text{ cm}^2$  である。1 本の銅管 203 の使用前の重量は、56.4 g 程度である。

#### 【0216】

外管 116 a, 116 b の内径  $d_1$  は、たとえば、120 mm 程度であり、内管 117 a, 117 b の外径  $d_2$  は、たとえば、30 mm 程度である。カートリッジ 140 の環状空間 145 がこのような寸法を有する場合、110 本の銅管 203 により、1 本のカートリッジ 140 の環状空間 145 をほぼ密に埋めることができる。この場合、使用前のこれらの銅管 203 の総重量は、たとえば、6.2 kg 程度であり、全表面積は  $18150 \text{ cm}^2$  程度である。

#### 【0217】

したがって、銅管 2 0 3 の単位重量あたりの表面積は、 $2900\text{ cm}^2/\text{kg}$  程度である。銅管 2 0 3 を複数本用いることにより、このように銅管 2 0 3 の表面積を大きくし、銅イオン供給能力を大きくすることができる。

銅管 2 0 3 は、たとえば、純度が 99.9% ないし 99.9999% の高純度銅からなるものとすることができる。

銅メッシュ 1 4 6 (図 1 4 参照) を、より大きなメッシュから打ち抜いて得る際、銅メッシュ 1 4 6 を構成する線材の一部は線材の長さ方向と斜交して切断される。これにより、線材の一部は先端が鋭利になり、ハンドリングに注意が必要になるばかりか、この鋭利部がカートリッジ 1 4 0 の内壁等に擦りつけられて傷をつけることがある。これに対して、銅管 2 0 3 にはこのような内壁に対向する鋭利部は存在しないので、銅管 2 0 3 のハンドリングは容易であり、銅管 2 0 3 によりカートリッジ 1 4 0 の内壁等が傷つけられることもない。銅管 2 0 3 は、圧延等により作製されるので、打ち抜き屑が出ることもない。

#### 【0 2 1 8】

以下、銅管 2 0 3 の特徴を、銅イオン供給源として球状の銅の集合物を用いた場合との比較において説明する。

上記の寸法を有する 1 本の銅管 2 0 3 は、直径が 8 mm の球状の銅（以下、「粒子」という。）とほぼ同じ重量を有するが、この粒子の 3 倍以上の表面積を有している。したがって、全表面積を同等にするために必要な銅管 2 0 3 の重量は、粒子を用いた場合の 3 分の 1 以下である。すなわち、銅管 2 0 3 を用いることにより軽量化を図ることができ、カートリッジ 1 4 0 の交換が容易になる。

#### 【0 2 1 9】

また、上記の寸法を有する 1 本の銅管 2 0 3 の内径は、およそ 8 mm 程度である。このような銅管 2 0 3 がほぼ密に配置された環状空間 1 4 5 は、直径 8 mm の粒子が密に配置された環状空間 1 4 5 より空隙率が格段に大きい。

また、銅管 2 0 3 がほぼ密に配置された環状空間 1 4 5 では、メッキ液は、銅管 2 0 3 の内部空間および隣接した複数の銅管 2 0 3 の間の空間を流れるが、これらの空間は、カートリッジ 1 4 0 (銅溶解タンク 2 1 0 a, 2 1 0 b) の長さ方向、すなわち、銅管 2 0 3 が存在しない場合のメッキ液の流路に沿って延びて

いる。したがって、メッキ液は流れの方向を変えられることはなく、直線的に流れることができる。これに対して、直径 8 mm の粒子が密に配置された環状空間 1 4 5 では、メッキ液は、直線的に流れることはできず、頻繁に流れの方向が変えられる。

#### 【 0 2 2 0 】

以上のことから、銅管 2 0 3 がほぼ密に配置された環状空間 1 4 5 をメッキ液が流れる場合の圧力損失は、直径 8 mm の粒子が密に配置された環状空間 1 4 5 をメッキ液が流れる場合と比べて、はるかに小さい。したがって、ポンプ P 5 に負担をかけることなくメッキ液を送液できる。また、メッキ液が銅管 2 0 3 の長さ方向に沿って流れることにより、銅管 2 0 3 がほぼ均等にメッキ液に溶解するようにできる。

#### 【 0 2 2 1 】

また、銅管 2 0 3 による圧力損失は、銅管 2 0 3 の溶解に伴って銅管 2 0 3 厚みが薄くなるに従い小さくなる。このため、銅管 2 0 3 の溶解に伴ってポンプ P 5 の負担が大きくなることはない。しかも、初期的な圧力損失が充分小さいため、銅管 2 0 3 の溶解に伴う圧力損失の変化は無視できる程度である。

次に、銅管 2 0 3 の溶解に伴う表面積の変化について説明する。上記の寸法の銅管 2 0 3 は、全表面積に対する端面の面積が占める割合は、0.3 % 程度と極めて小さい。また、銅管 2 0 3 は肉厚に比べて長さが充分長く、溶解に伴う長さの変化率は充分小さい。このため、長さの変化による内壁および外壁の面積の変化は無視できるほど小さい。そして、溶解に伴って肉厚が薄くなると、外壁の面積は小さくなる一方、内壁の面積は大きくなり、結局、内壁および外壁の面積の総和はほとんど変化しない。

#### 【 0 2 2 2 】

以上のことから、銅管 2 0 3 の全表面積は、全表面において均等に溶解が進行する限りほとんど変わらない。そして、溶解が極端に進み、僅かな溶解速度の差や銅管 2 0 3 の厚みの初期的な不均一などにより銅管 2 0 3 の壁面に貫通孔があくなどして、銅管 2 0 3 の初期形状とほぼ相似である形状が失われると、銅管 2 0 3 の全表面積は急激に小さくなる。

換言すれば、銅管 2 0 3 は、メッキ液に対する溶解が開始されてから、表面の各部でほぼ一様な溶解速度で溶解が進んで初期形状とほぼ相似である形状が失われるまで表面積はほとんど変化せず、その間の表面積の変化率は 2 5 % 以下である。したがって、銅管 2 0 3 は、完全に溶解してなくなる直前まで、ほぼ一定の割合でメッキ液に銅イオンを供給できる。これにより、メッキ処理部 1 2 で良好にメッキできる。

#### 【 0 2 2 3 】

次に、図 1 6 を参照して、メッキ処理部 1 2 でメッキ処理を行うときの主成分管理部 2 0 2 の動作について説明する。

まず、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、内部の銅管 2 0 3 の重量が最も小さいと判断された銅溶解タンク（以下、銅溶解タンク 2 1 0 a とする）と、メッキ処理部 1 2 との間でメッキ液が循環するようにされる。具体的には、バルブ A V 1 - 2 , A V 1 - 5 , A V 3 - 2 , A V 3 - 1 , A V 2 - 1 が開かれ、他のバルブが閉じられて、ポンプ P 5 が作動される。

#### 【 0 2 2 4 】

これにより、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d において、ウエハ W の下面で銅イオンが失われる一方で、銅管 2 0 3 から銅イオンが補われる。また、アノード電極 7 6 近傍で 2 価の鉄イオンが 3 価の鉄イオンに酸化される一方で、銅管 2 0 3 近傍で 3 価の鉄イオンが 2 価の鉄イオンに還元される。

上述のように、銅管 2 0 3 は完全に溶解する直前までその表面積はほぼ一定とみなすことができ、メッキ液への銅イオンの供給能力はほぼ一定である。したがって、銅溶解タンク 2 1 0 a 内の銅管 2 0 3 がほとんどなくなるまで、銅溶解タンク 2 1 0 a とメッキ処理部 1 2 との間でメッキ液を循環させることができる。

#### 【 0 2 2 5 】

そして、重量計 1 5 4 a の出力に基づいて、銅溶解タンク 2 1 0 a 内の銅管 2 0 3 の重量が所定量（たとえば、所期の重量の 1 0 ~ 2 0 % ）以下になったと判断されると、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、銅溶解タンク 2 1 0 a の流路が閉じられる。続いて、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、銅溶解タンク 2 1 0 b とメッキ処理部 1 2 との間でメッキ液が循環するようにされる

。具体的には、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ A V 3 - 2 , A V 3 - 1 が閉じられ、A V 4 - 2 , A V 4 - 1 が開かれる。

【 0 2 2 6 】

これにより、銅イオンは、銅溶解タンク 2 1 0 a 内の銅管 2 0 3 に代えて、銅溶解タンク 2 1 0 b 内の銅管 2 0 3 から供給されるようになる。すなわち、主成分管理部 2 のように、2 本の銅溶解タンク（銅溶解タンク 2 1 0 a ~ 2 1 0 c のうちの 2 本）を同時に使用する必要はない。

メッキ処理部 1 2 でのメッキ処理がされていないときは、主成分管理部 2 による場合と同様の方法により、銅溶解タンク 2 1 0 a , 2 1 0 b 内のメッキ液が置換液で置換される。これにより、メッキ液の銅イオン濃度が適性範囲を超えて上昇することを回避できるとともに、銅管 2 0 3 表面が不可逆的に変質することを防止し、メッキが再開されたときに銅管 2 0 3 からメッキ液に銅イオンを良好に供給できるようにすることができる。

【 0 2 2 7 】

内部の銅管 2 0 3 が所定量以下になった銅溶解タンク 2 1 0 a ( 2 1 0 b ) のカートリッジ 1 4 0 は、主成分管理部 2 における場合と同様の方法により、所期の量の銅管 2 0 3 が収容された新しいカートリッジ 1 4 0 に交換することができる。したがって、銅供給源（銅管 2 0 3 ）の交換が容易であり、交換の際、周囲を汚すこともない。また、メッキ処理に先立って、ブラックフィルムを形成する必要がないので、カートリッジ 1 4 0 交換後のウォーミングアップも不要である。したがって、基板処理装置 1 0 （メッキ装置）の稼働率を高くできる。

【 0 2 2 8 】

本発明に係る実施形態の説明は以上の通りであるが、本発明は他の形態でも実施できる。たとえば、第 1 の実施形態において、銅メッシュ 1 4 6 の代わりに、ひも状、ウール状（線材が構造維持が可能なように 3 次元的に絡み合ったもの）、つるまきバネ状、渦巻状（蚊取り線香状）などの形状の銅の線材を銅供給源として用いることも可能である。また、短い銅の線材が 3 次元的に折り曲げられたものを多数環状空間 1 4 5 に充填して銅供給源とすることとしてもよい。

【 0 2 2 9 】

これらの場合でも、銅供給源の表面積を所定の大きさに保ちつつ重量を軽くし、かつ空隙率を大きくすることができる。また、これらの場合、粒子状の銅を用いた場合と比べて、銅が溶解することによる空隙率の変化も小さい。このような銅供給源は、銅メッシュ 1 4 6 を作成するときのような打ち抜き屑がでないので、無駄がない。

第 2 の実施形態において、複数の銅管 2 0 3 は同じ大きさ（管径、厚さ、および長さ）のものであるが、銅管は異なる大きさを有するものであってもよい。

#### 【 0 2 3 0 】

図 1 9 は、異なる管径の銅管が収容されたカートリッジ 1 4 0 の長さ方向に垂直な切断面を示す図解的な断面図である。この実施形態では、カートリッジ 1 4 0 には、カートリッジ 1 4 0 の中心軸に対して、管径の異なる複数の銅管 2 1 9 が同軸に配置されている。いずれの銅管 2 1 9 もほぼ一定の厚みおよび長さを有しており、隣接する銅管 2 1 9 の対向面同士の間隔がほぼ一定になるような大きさ（内径および外径）を有している。すなわち、銅管 2 1 9 の各部は、隣接する銅管 2 1 9 に平行な平行板部となっている。

#### 【 0 2 3 1 】

この実施形態において、メッキ液は銅管 2 1 9 の長さ方向に沿って、各銅管 2 1 9 の間を均等に流れるので、銅管 2 1 9 はメッキ液に対して均等に溶解する。したがって、各銅管 2 1 9 はメッキ液に完全に溶解する直前まで所期形状とほぼ相似である形状が維持され、この間銅管 2 1 9 の全表面積はほとんど変化しない。したがって、銅管 2 1 9 がほぼ完全に溶解するまで、メッキ液に一定の割合で銅イオンを供給できる。銅管 2 1 9 同士の間は、メッキ液の流れを阻害しない程度の小さな間隔保持部材で、上述の配置が維持されるように保持されていてもよい。

#### 【 0 2 3 2 】

また、第 2 の実施形態において、銅管 2 0 3 の代わりに板状の銅供給源である銅板を用いてもよい。銅板も管状の銅供給源（銅管 2 0 3 ）と同様、メッキ液への溶解に伴う長さや幅の変化率は厚みの変化率に比して小さく、全体に占める端面の面積の割合は少ない。このため、メッキ液への溶解に伴い厚みが薄くなって

も、表面積はほとんど変化しない。したがって、銅板も、貫通孔があくなど初期形状とほぼ相似である形状が失われるまで、メッキ液にほぼ一定の割合で銅イオンを供給できる。

#### 【 0 2 3 3 】

銅板を、カートリッジ 1 4 0（銅溶解タンク 2 1 0 a， 2 1 0 b）の長さ方向に平行にカートリッジ 1 4 0 内部に収容することにより、メッキ液に対する圧力損失を低くすることができるとともに、メッキ液に対して均等に溶解するようにできる。

図 2 0 は、銅板が収容されたカートリッジ 1 4 0 の長さ方向に垂直な切断面を示す図解的な断面図である。

#### 【 0 2 3 4 】

図 2 0（a）に示すカートリッジ 1 4 0 には、複数の平板状の銅板 2 2 0 a が収容されている。各銅板 2 2 0 a はほぼ同じで一様な厚さを有しており、隣り合う銅板 2 2 0 a の相対向する表面間の間隔がほぼ一定となるように等間隔配置されている。銅板 2 2 0 a は、内管 1 1 7 a， 1 1 7 b と干渉しない部分では、外管 1 1 6 a， 1 1 6 b の内壁と内壁との間に渡る長さを有しており、また、内管 1 1 7 a， 1 1 7 b と干渉する部分では、外管 1 1 6 a， 1 1 6 b の内壁と内管 1 1 7 a， 1 1 7 b の外壁との間に渡る長さを有している。

#### 【 0 2 3 5 】

以上のような銅板 2 2 0 a の配置により、メッキ液は各銅板 2 2 0 a の間を均等に流れるので、銅板 2 2 0 a はメッキ液に対して均等に溶解する。したがって、銅板 2 2 0 a はメッキ液に完全に溶解する直前まで所期形状と相似である形状が維持され、全表面積はほぼ一定に保たれるので、メッキ液に一定の割合で銅イオンを供給できる。

銅板 2 2 0 a 同士の間は、メッキ液の流れを阻害しない程度の小さな間隔保持部材で、上述の配置が維持されるように保持されていてもよい。

#### 【 0 2 3 6 】

図 2 0（b）に示すカートリッジ 1 4 0 には、複数の屈曲部 2 2 0 h で交互に折り返されることによりジグザグ形状に形成された 2 枚の銅板 2 2 0 b が収容さ

れている。銅板 2 2 0 b はほぼ一様な厚さを有しており、銅板 2 2 0 b のいずれの部分も、ほぼメッキ液の流路（図 2 0 （b）において紙面に垂直方向）にほぼ沿うようにされている。複数の屈曲部 2 2 0 h の稜線は、メッキ液の流路にほぼ平行になっている。

#### 【 0 2 3 7 】

各銅板 2 2 0 b の屈曲部 2 2 0 h 以外の部分は、ほぼ平坦な面を有し、隣り合い相対向する表面間の間隔がほぼ一定である平行板部 2 2 0 f となっている。銅板 2 2 0 b は、外管 1 1 6 a, 1 1 6 b の内壁、内管 1 1 7 a, 1 1 7 b の外壁、または他方の銅板 2 2 0 b とぶつかる部分で屈曲している。

銅板 2 2 0 b が屈曲部を有することにより、一定の容積を有する銅溶解タンク 2 1 0 a, 2 1 0 b 内における銅板 2 2 0 b の表面積が大きくされ、銅イオン供給能力の増大が図られている。この実施形態においても、メッキ液は各銅板 2 2 0 b の間を均等に流れるので、銅板 2 2 0 b はメッキ液に対して均等に溶解する。したがって、銅板 2 2 0 b はメッキ液に完全に溶解する直前まで所期形状と相似とみなせる形状が維持され、全表面積はほぼ一定に保たれるので、メッキ液に一定の割合で銅イオンを供給できる。

#### 【 0 2 3 8 】

図 2 0 （c）に示すカートリッジ 1 4 0 には、図 2 0 （a）に示す平板状の銅板 2 2 0 a に加えて、これらの銅板 2 2 0 a の間に、図 2 0 （c）に示す断面において波形の銅板 2 2 0 d が収容されている。銅板 2 2 0 d は、一定の周期で波形に整形されており、稜線がメッキ液の流路（図 2 0 （c）において紙面に垂直方向）にほぼ平行になっている。銅板 2 2 0 d は、隣接する 2 枚の銅板 2 2 0 a の間に渡って存在している。各銅板 2 2 0 a, 2 2 0 d は、ほぼ同じで一様な厚さを有している。銅板 2 2 0 a の間に銅板 2 2 0 d が配置されていることにより、一定の容積を有する銅溶解タンク 2 1 0 a, 2 1 0 b 内における銅板 2 2 0 a, 2 2 0 d の表面積が大きくされ、銅イオン供給能力の増大が図られている。

#### 【 0 2 3 9 】

以上のような構成により、銅板 2 2 0 a と銅板 2 2 0 d とによって区画される 1 つの空間は、ほぼ同じ形状および断面積を有している。この実施形態において



も、メッキ液は各銅板 2 2 0 a, 2 2 0 d の間を均等に流れるので、銅板 2 2 0 a, 2 2 0 d はメッキ液に対して均等に溶解する。したがって、銅板 2 2 0 a, 2 2 0 d はメッキ液に完全に溶解する直前まで所期形状と相似とみなせる形状が維持され、全表面積はほぼ一定に保たれるので、メッキ液に一定の割合で銅イオンを供給できる。

#### 【0 2 4 0】

図 2 0 (d) に示すカートリッジ 1 4 0 には、カートリッジ 1 4 0 の中心軸に対して渦巻状の銅板 2 2 0 e が収容されている。銅板 2 2 0 e はほぼ均一な厚さを有しており、銅板 2 2 0 e の隣接する部分は、ほぼ一定の間隔を有している。すなわち、銅板 2 2 0 e の各部は、隣接する銅板 2 2 0 e に平行な平行板部 2 2 0 g となっている。銅板 2 2 0 e の最内部は内管 1 1 7 a, 1 1 7 b に近接しており、銅板 2 2 0 e の最外部は外管 1 1 6 a, 1 1 6 b に近接している。

#### 【0 2 4 1】

この実施形態においても、メッキ液は銅板 2 2 0 e の間の各部でほぼ均等に流れるので、銅板 2 2 0 e はメッキ液に対してほぼ均等に溶解する。したがって、銅板 2 2 0 e はメッキ液に完全に溶解する直前まで所期形状と相似とみなせる形状が維持され、全表面積はほぼ一定に保たれるので、メッキ液に一定の割合で銅イオンを供給できる。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る基板処理装置の構成を示すブロック図である。

##### 【図 2】

ウエハ処理部の図解的な平面図である。

##### 【図 3】

ウエハ処理部のエンクロージャの構造を示す図解的な斜視図である。

##### 【図 4】

ロボット本体の構造を説明するための図である。

【図 5】

カセットが取り付けられたカセットステージの図解的な平面図および側面図である。

【図 6】

メッキ処理部の構成を示す図解的な正面図である。

【図 7】

サンプルメッキ液の銅濃度と測定された吸光度との関係を示す図である。

【図 8】

メッキ処理ユニットの構造を示す図解的な断面図である。

【図 9】

ベベルエッチングユニットの構成を示す図解的な断面図である。

【図 1 0】

洗浄ユニットの構成を示す図解的な断面図である。

【図 1 1】

ウエハ処理部の制御系統の構成を示すブロック図である。

【図 1 2】

主成分管理部の構成を示す図解図である。

【図 1 3】

銅溶解タンクの構造を示す図解的な断面図である。

【図 1 4】

銅メッシュの図解的な斜視図である。

【図 1 5】

主成分管理部、微量成分管理部、および後処理薬液供給部の制御系統の構成を示すブロック図である。

【図 1 6】

本発明の第 2 の実施形態に係る基板処理装置に備えられた主成分管理部の図解図である。

【図 1 7】

図 1 6 に示す主成分管理部に備えられた銅溶解タンクの図解的な中心軸を含む

断面図である。

【図 1 8】

図 1 7 に示す銅溶解タンクのカートリッジの長さ方向に垂直な切断面を示す図解的な断面図である。

【図 1 9】

異なる管径の銅管が収容されたカートリッジの長さ方向に垂直な切断面を示す図解的な断面図である。

【図 2 0】

銅板が収容されたカートリッジの長さ方向に垂直な切断面を示す図解的な断面図である。

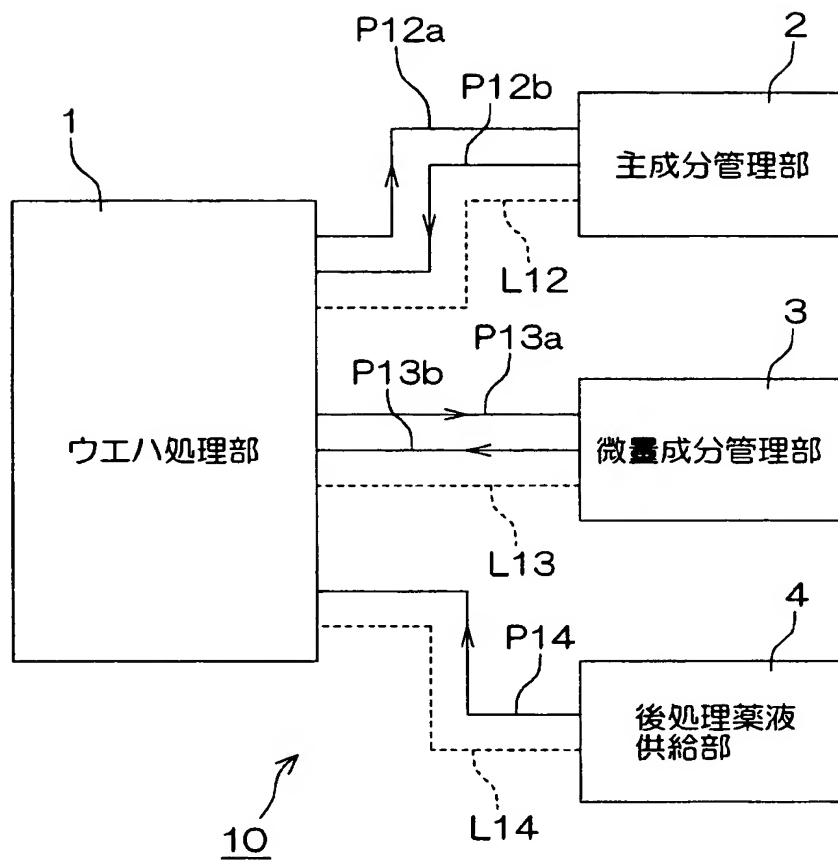
【符号の説明】

1 0	基板処理装置	
1 2	メッキ処理部	
2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d	メッキ処理ユニット	
5 5	メッキ液収容槽	
5 6 a, 5 6 b, 5 6 c, 5 6 d	メッキカップ	
5 7	送液配管	
5 8 a, 5 8 b, 5 8 c, 5 8 d	送液分岐配管	
6 1 a, 6 1 b, 6 1 c, 6 1 d	メッキ槽	
6 3 a, 6 3 b, 6 3 c, 6 3 d	リターン分岐配管	
6 4	リターン配管	
7 6	アノード電極	
1 1 0 a, 1 1 0 b, 1 1 0 c, 2 1 0 a, 2 1 0 b	銅溶解タンク	
1 1 1	バッファ槽	
1 1 2	置換原液供給部	
1 1 6 E	メッキ液排出口	
1 1 7 E	メッキ液導入口	
1 2 4	置換原液供給配管	
1 3 5	純水供給配管	

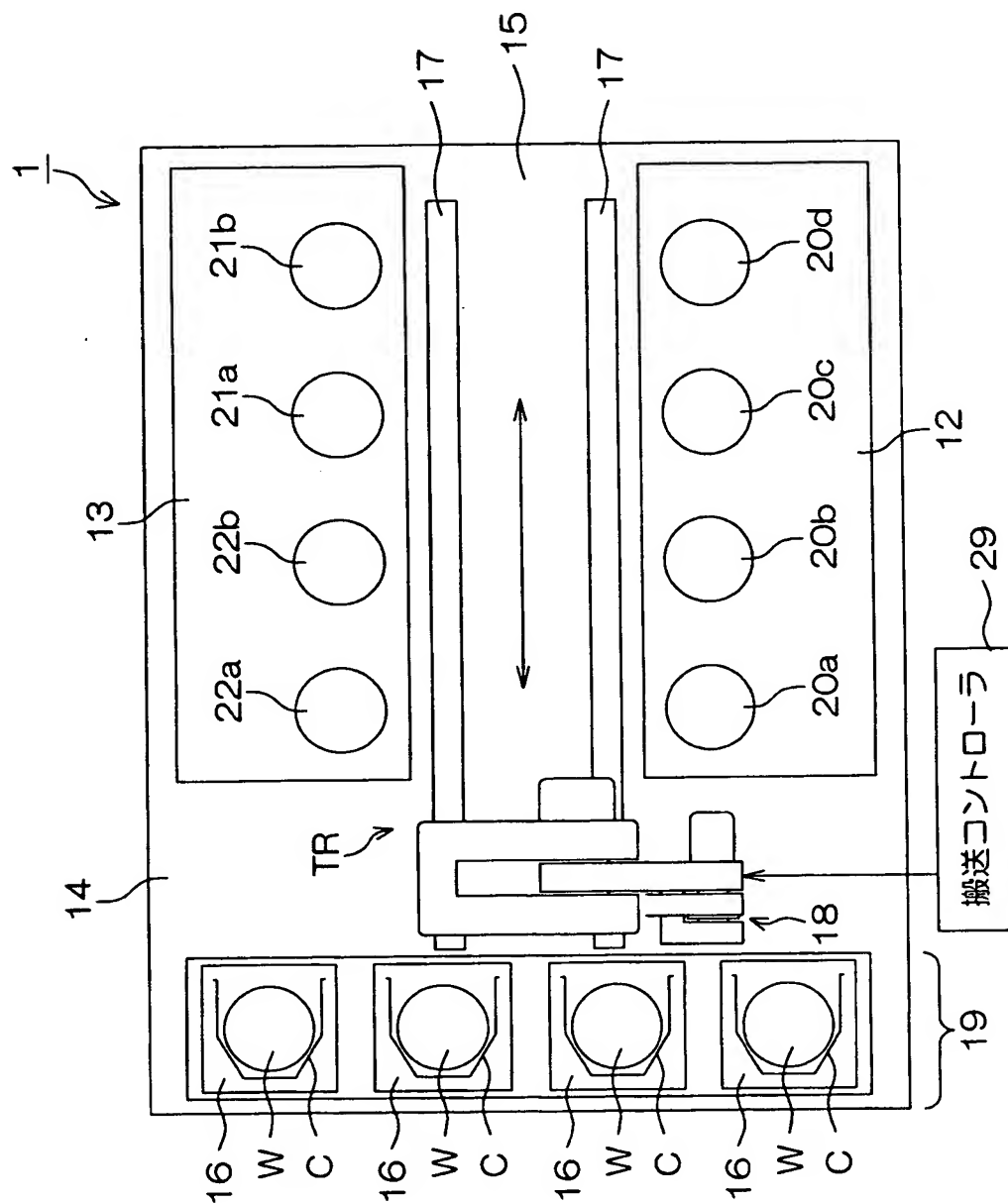
1 3 7      エアポンプ  
1 4 0      カートリッジ  
1 4 6      銅メッシュ  
1 5 4 a, 1 5 4 b, 1 5 4 c      重量計  
1 5 5      システムコントローラ  
2 0 3, 2 1 9      銅管  
2 2 0 a ~ 2 2 0 e      銅板  
2 2 0 f, 2 2 0 g      平行板部  
2 2 0 h      屈曲部  
P 1, P 2, P 3, P 4, P 5      ポンプ  
P 1 2 a, P 1 2 b      メッキ液移送管  
W      ウエハ

【書類名】 図面

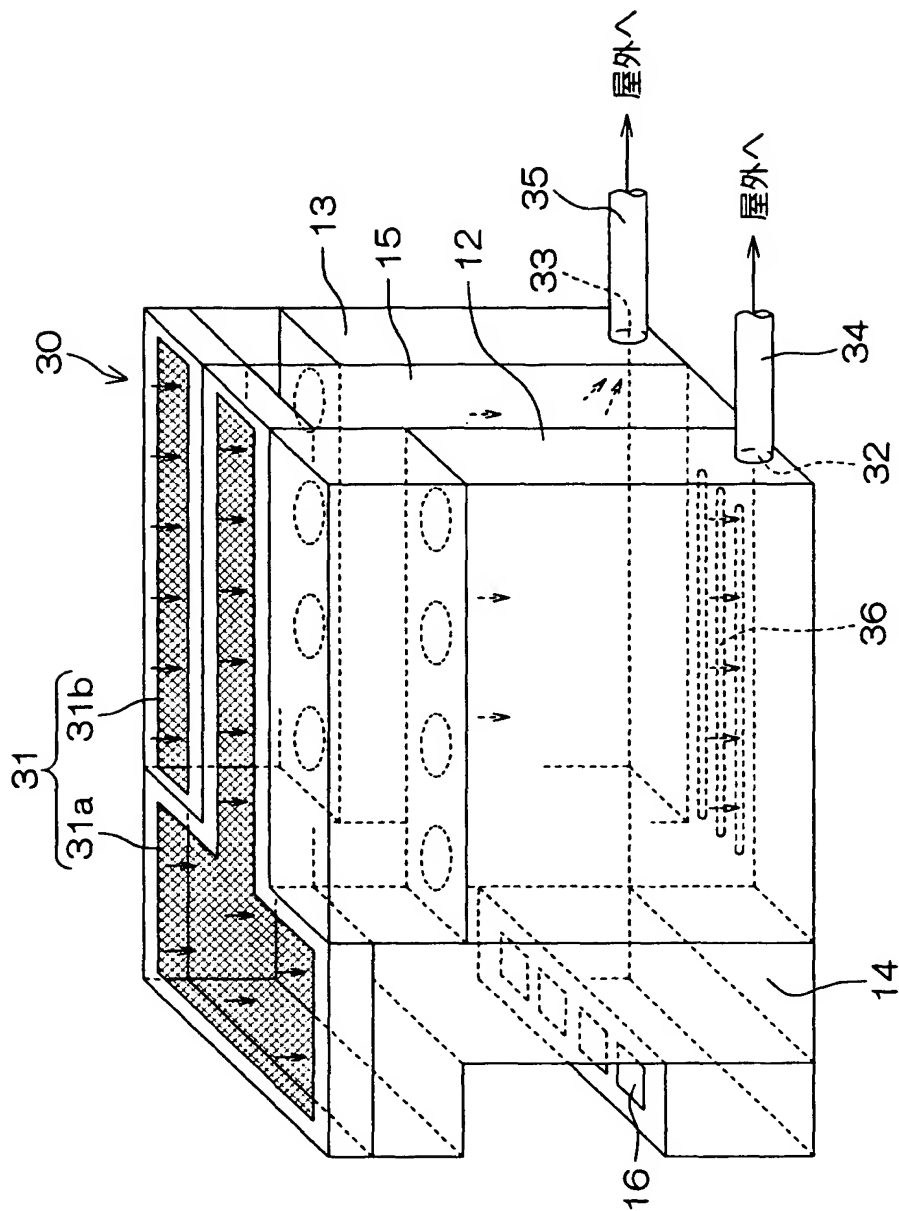
【図 1】



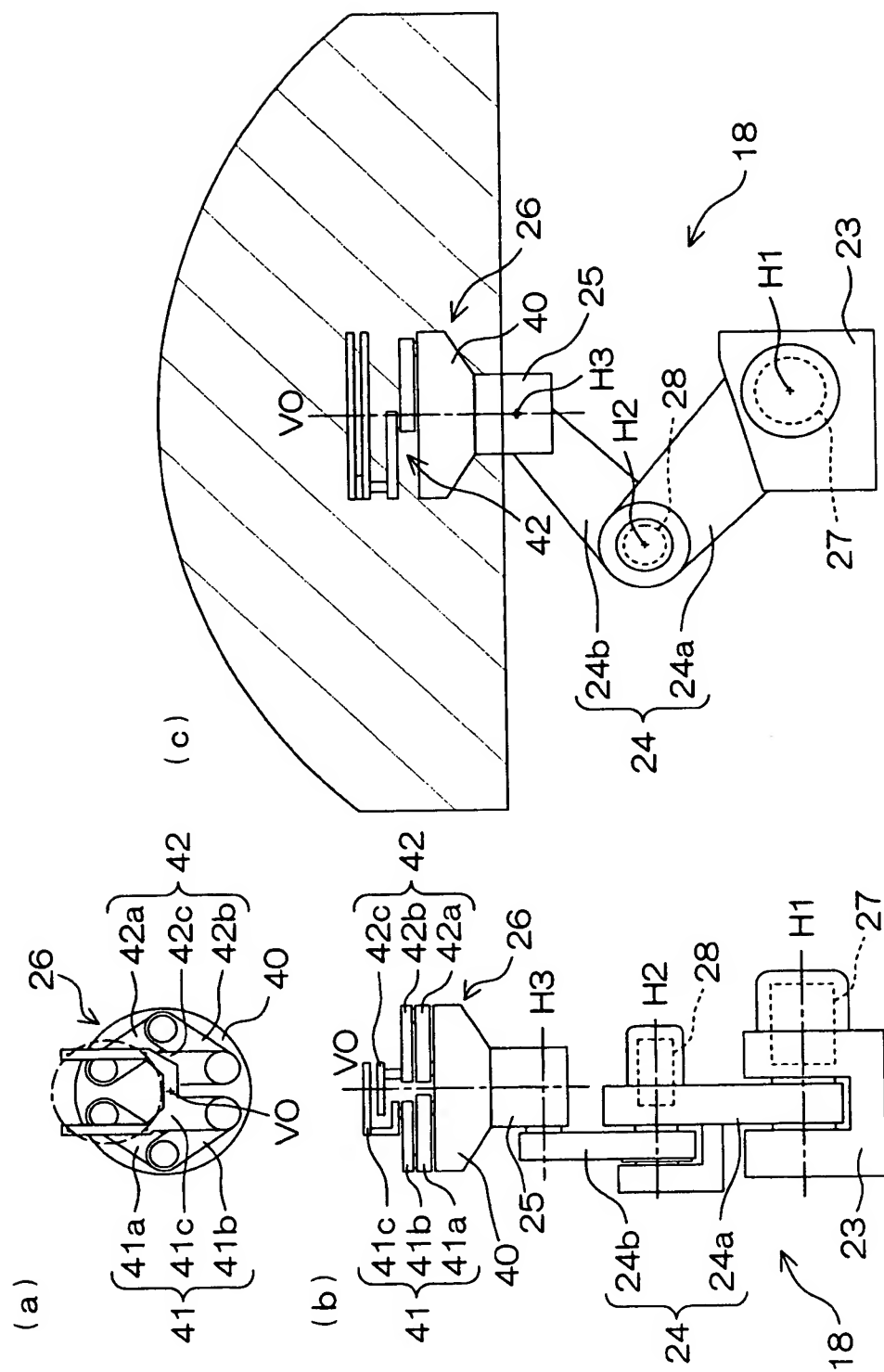
【図 2】



【図 3】

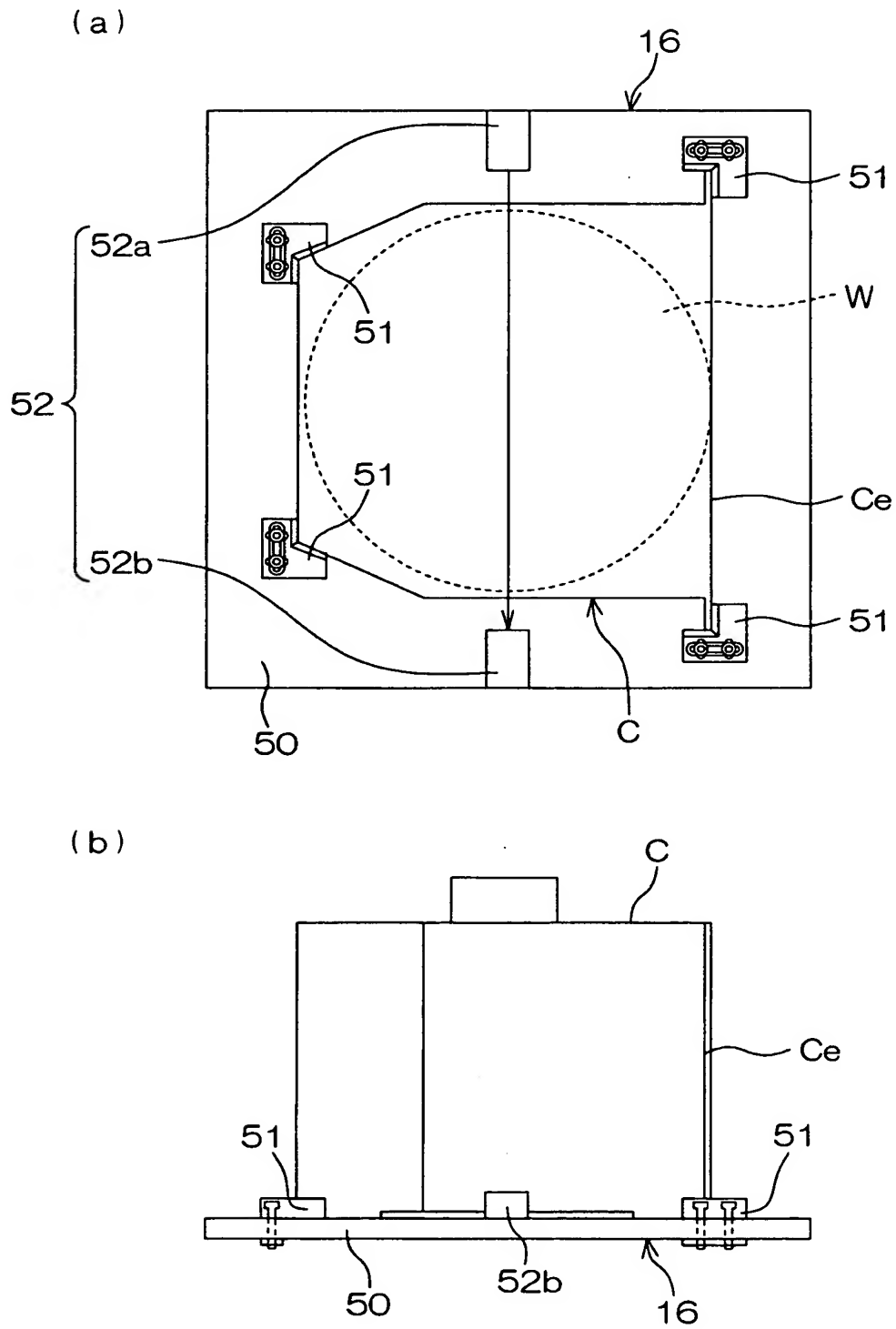


【図4】

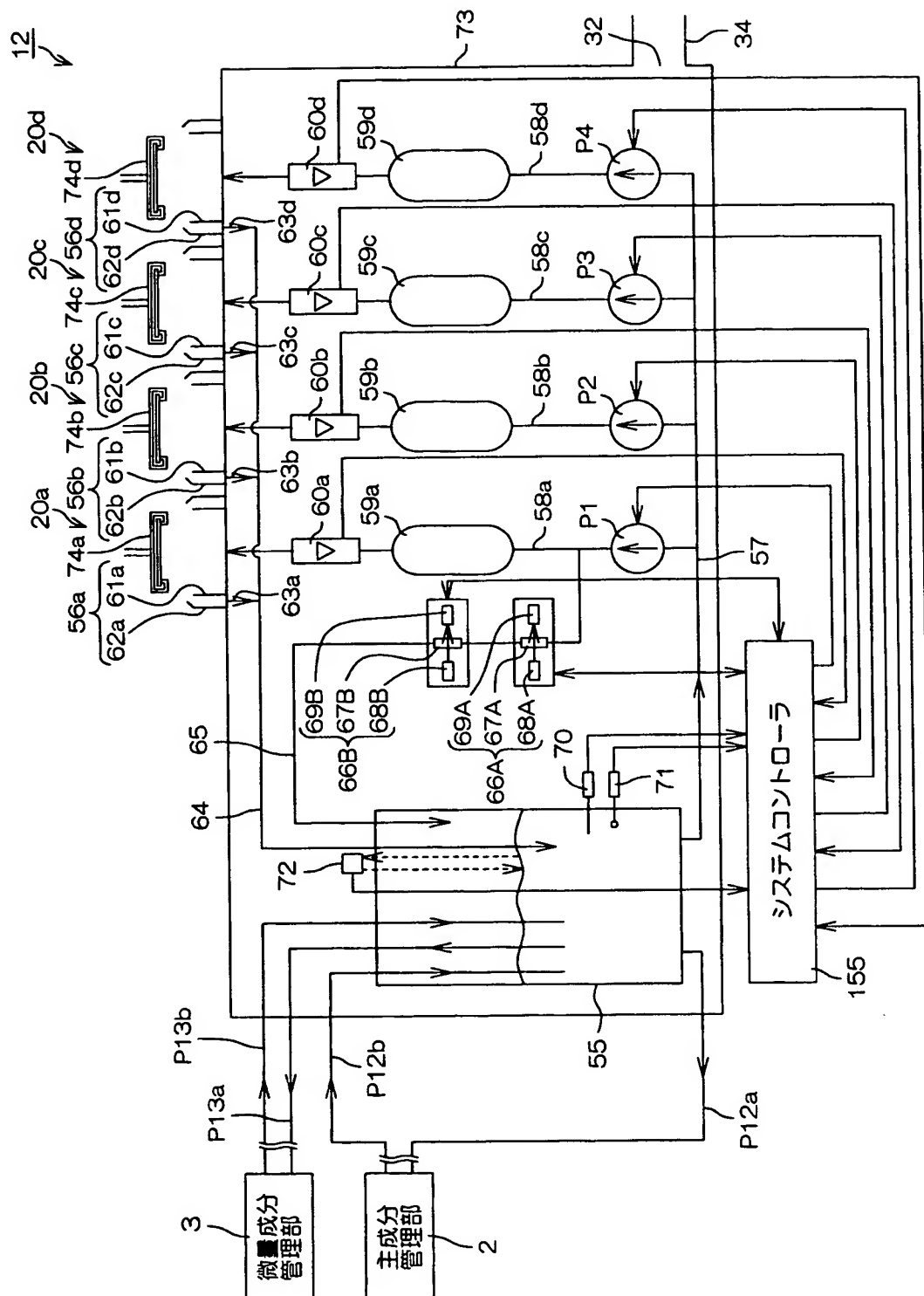




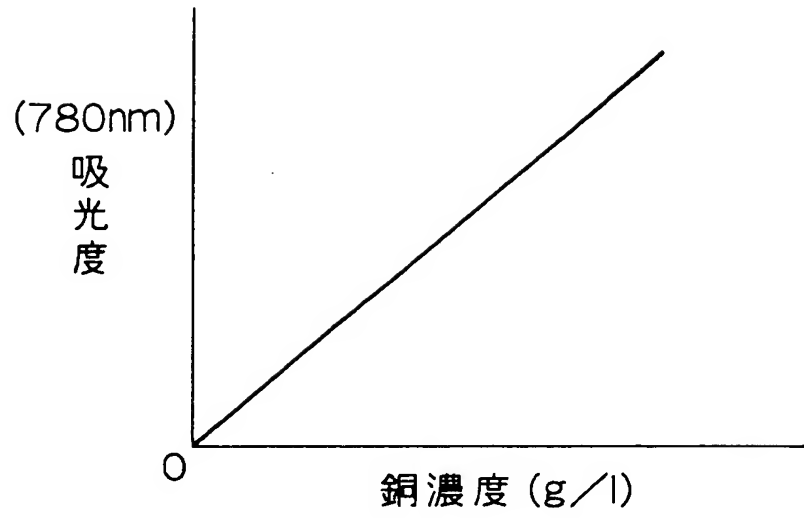
【図 5】



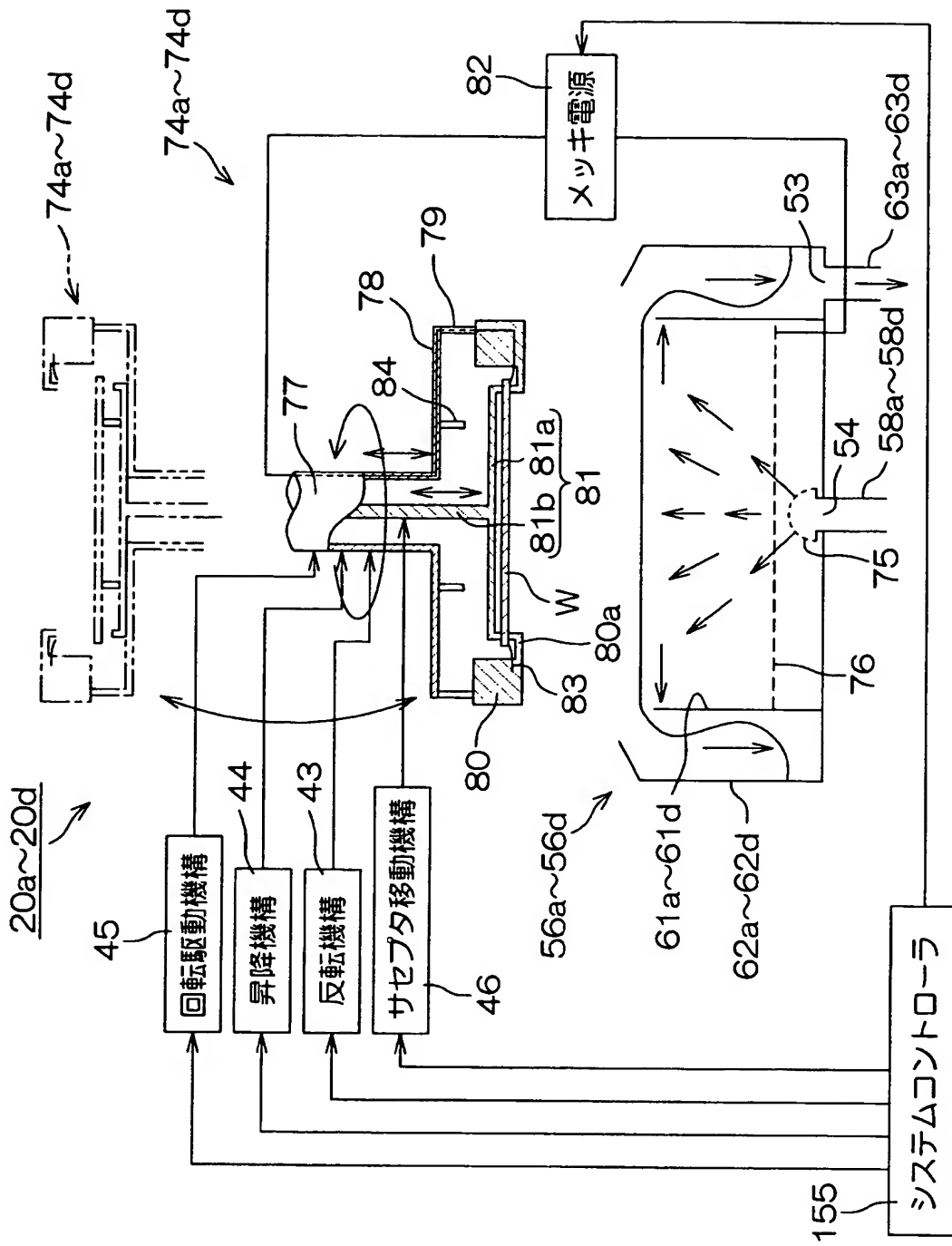
【图 6】



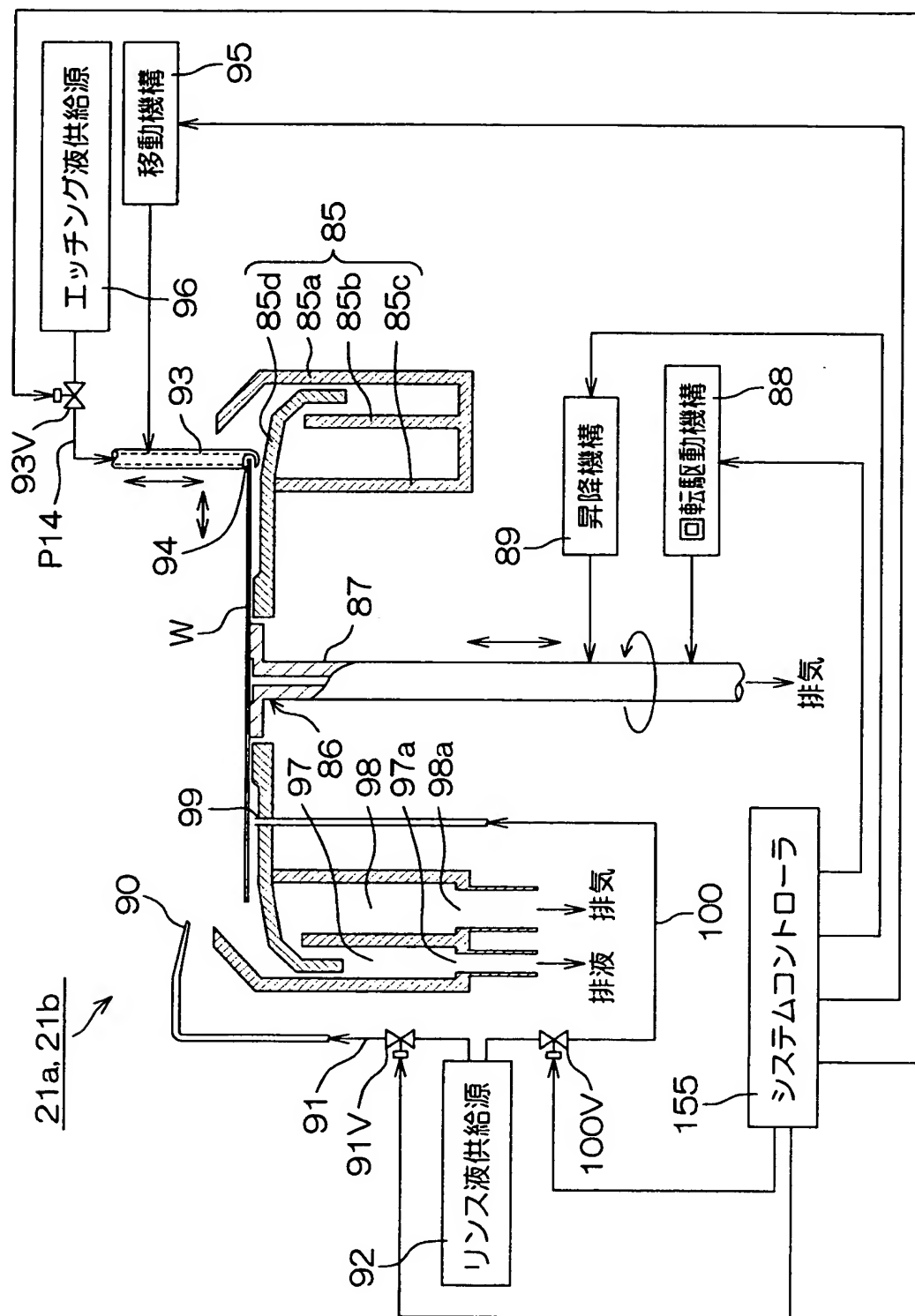
【図 7】



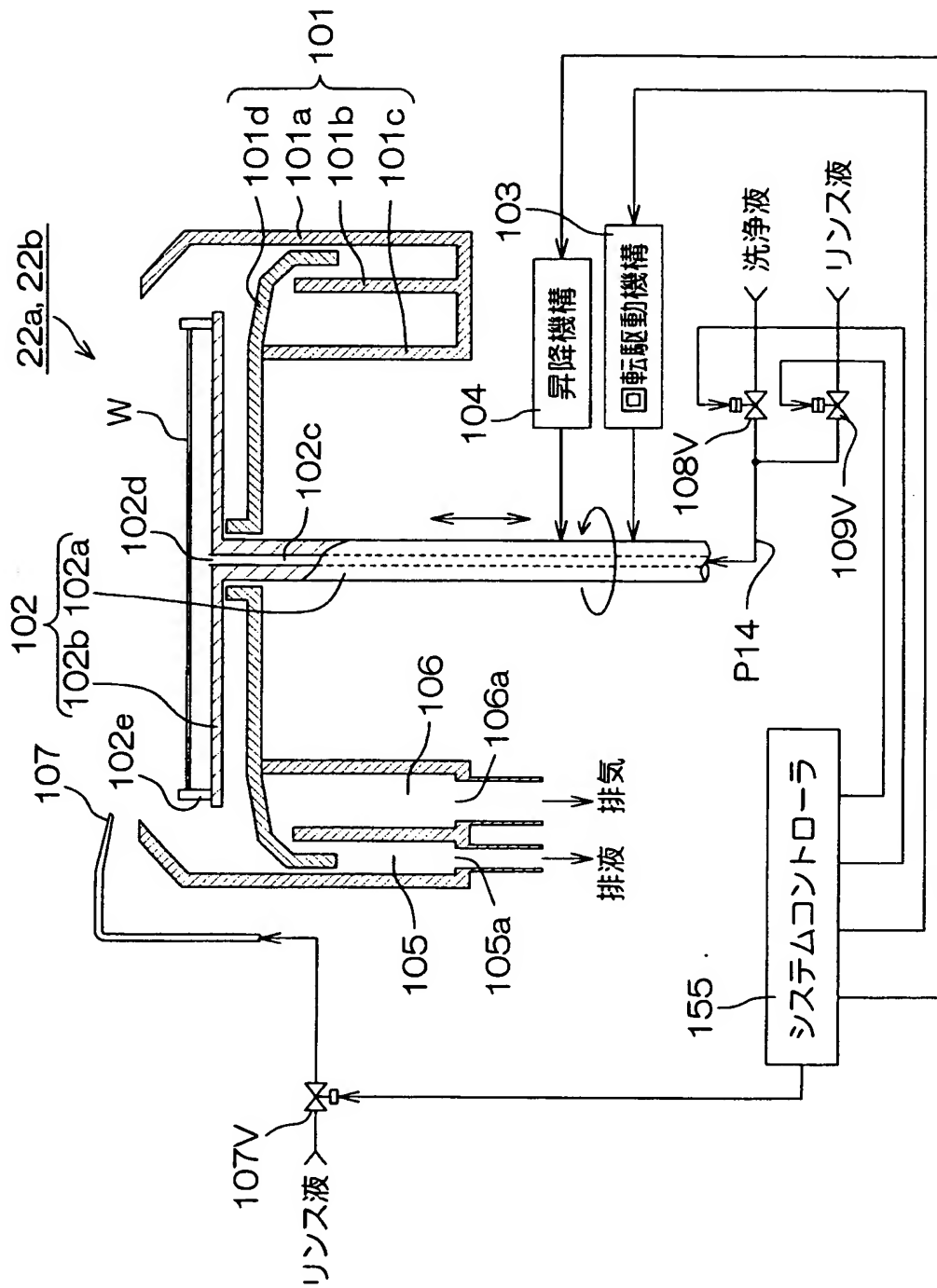
【図 8】



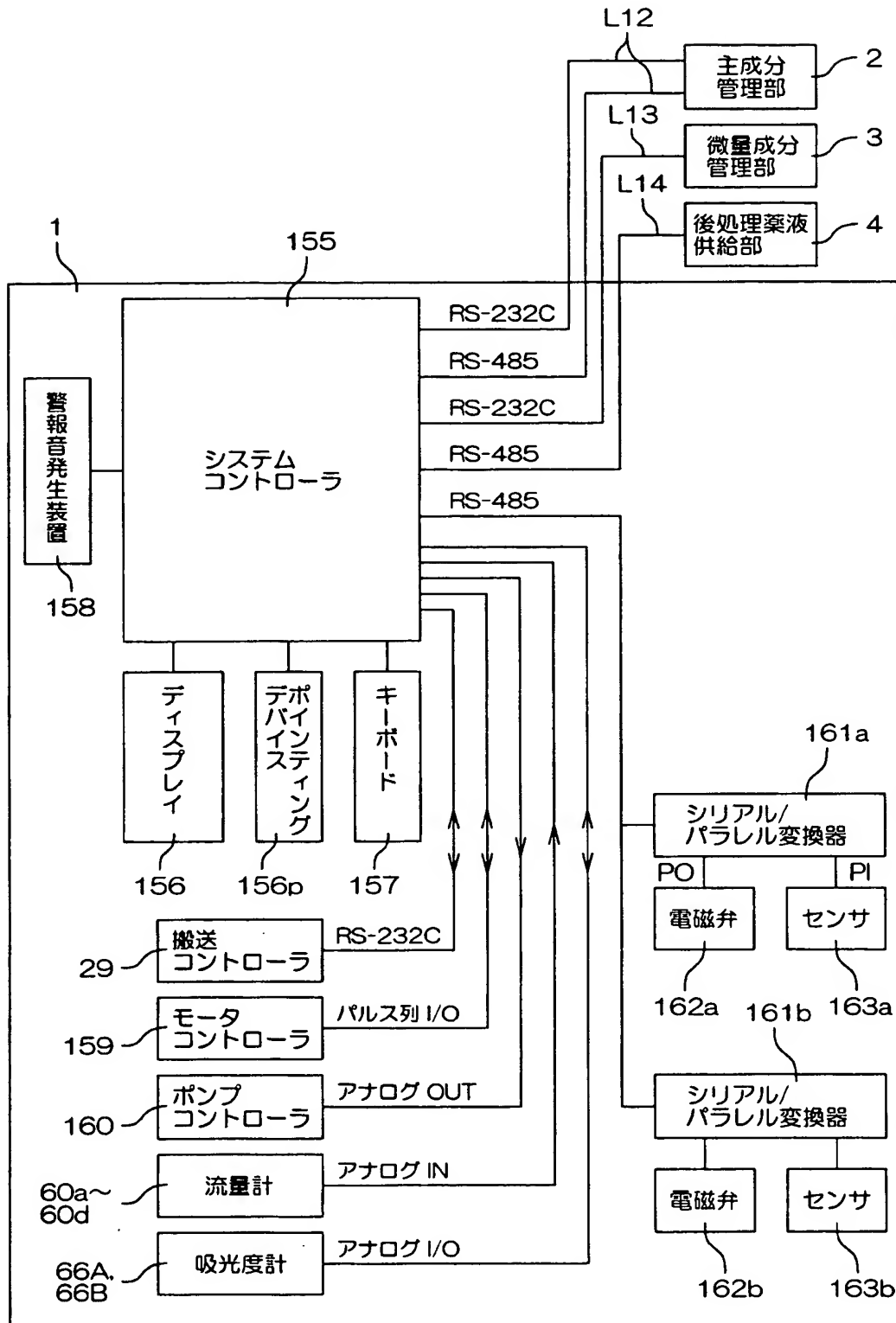
【图9】



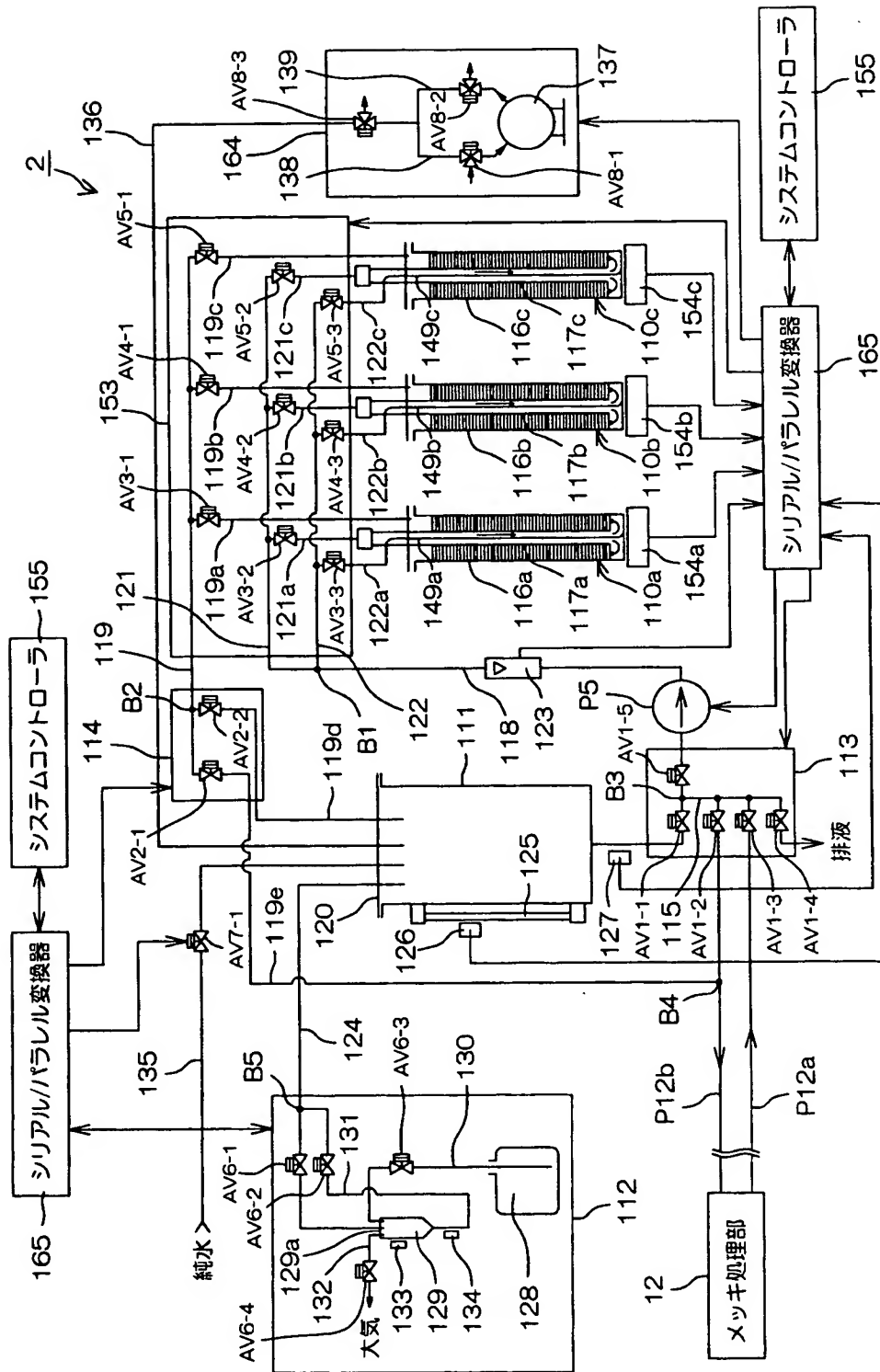
【図10】



【図 11】

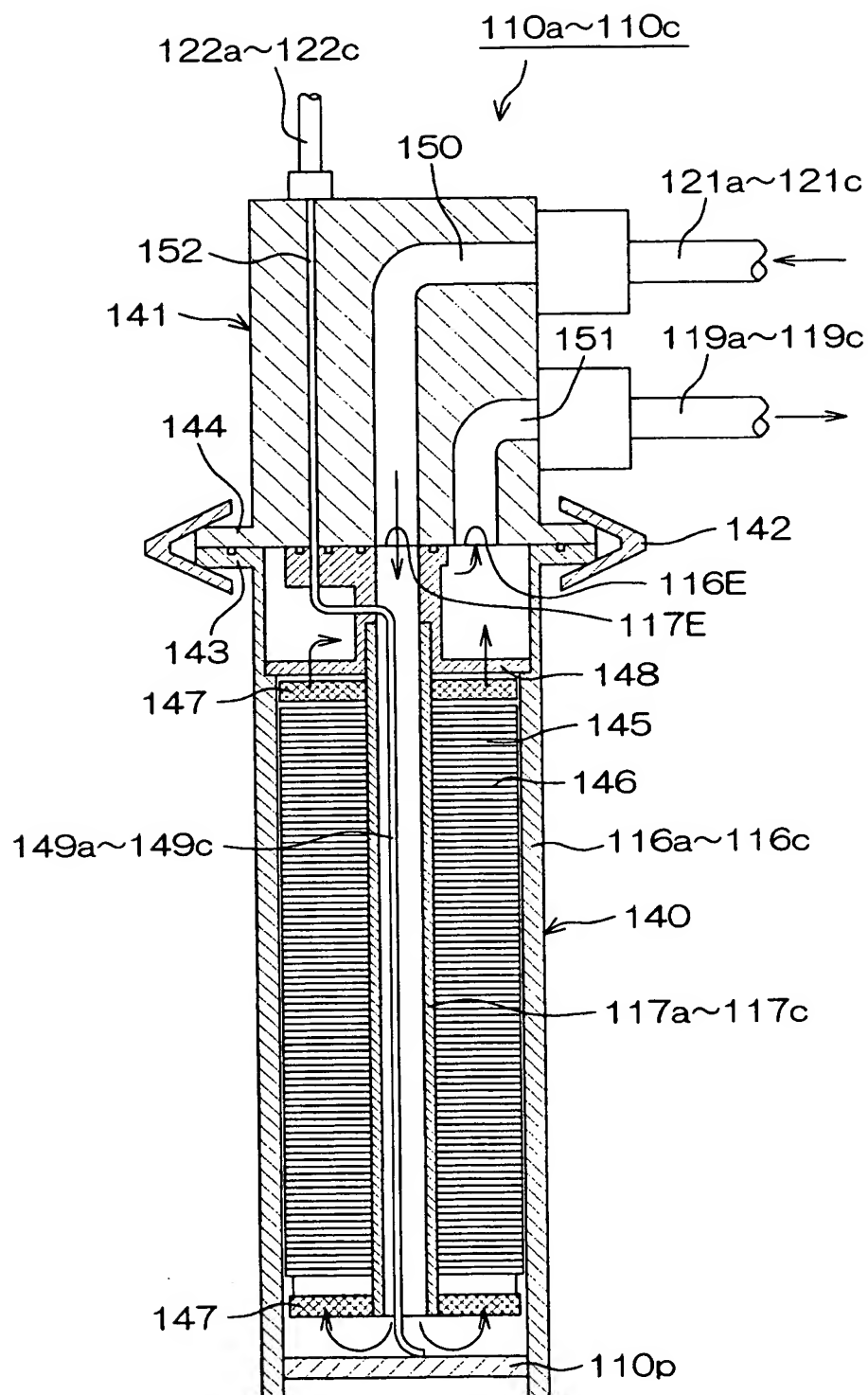


【図12】

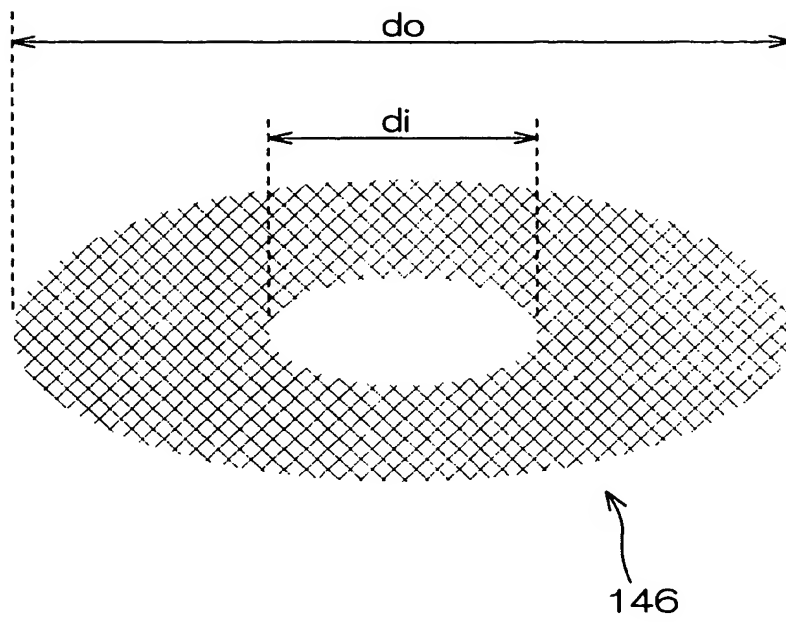




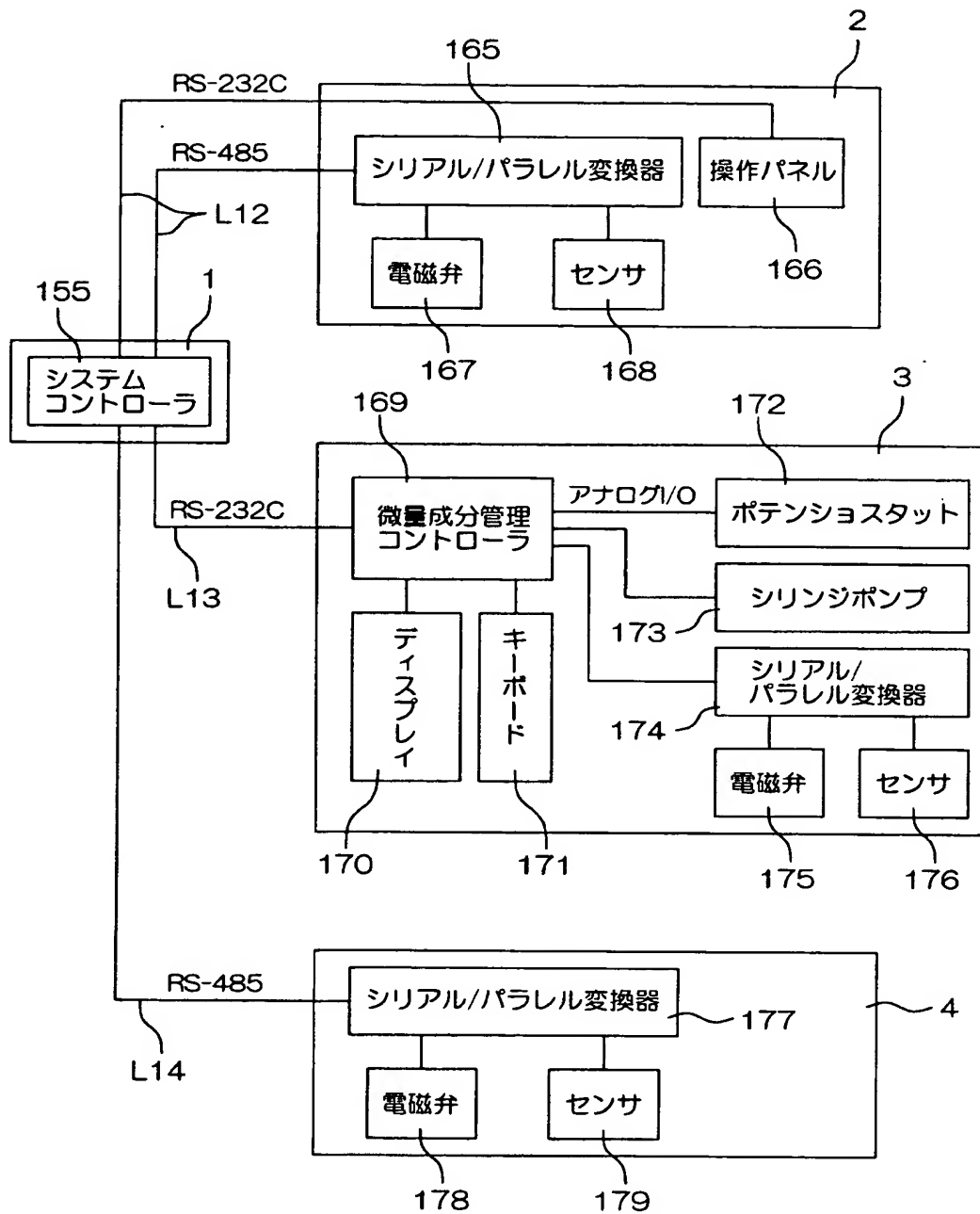
【図 1 3】



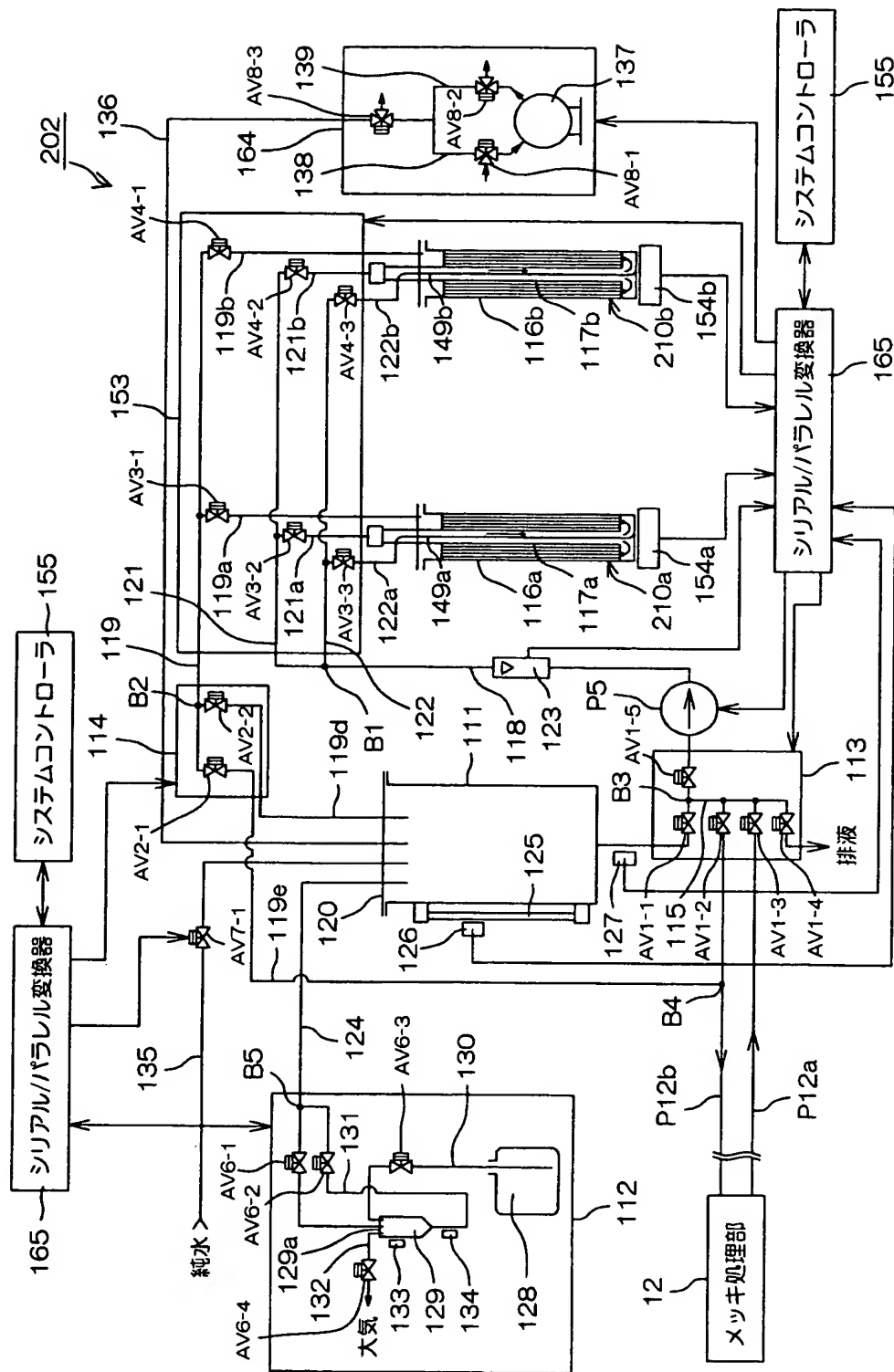
【 図 1 4 】



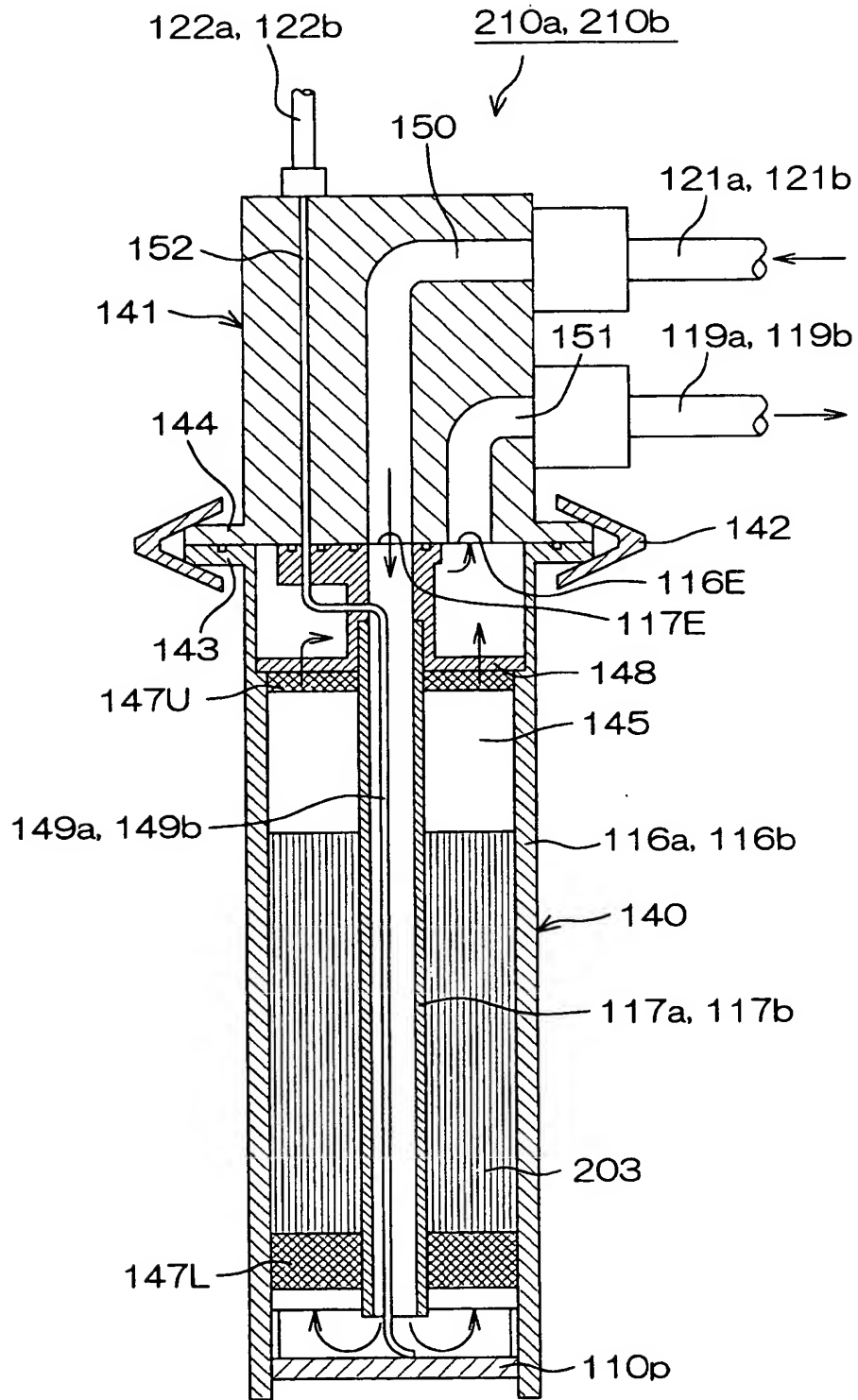
【図15】



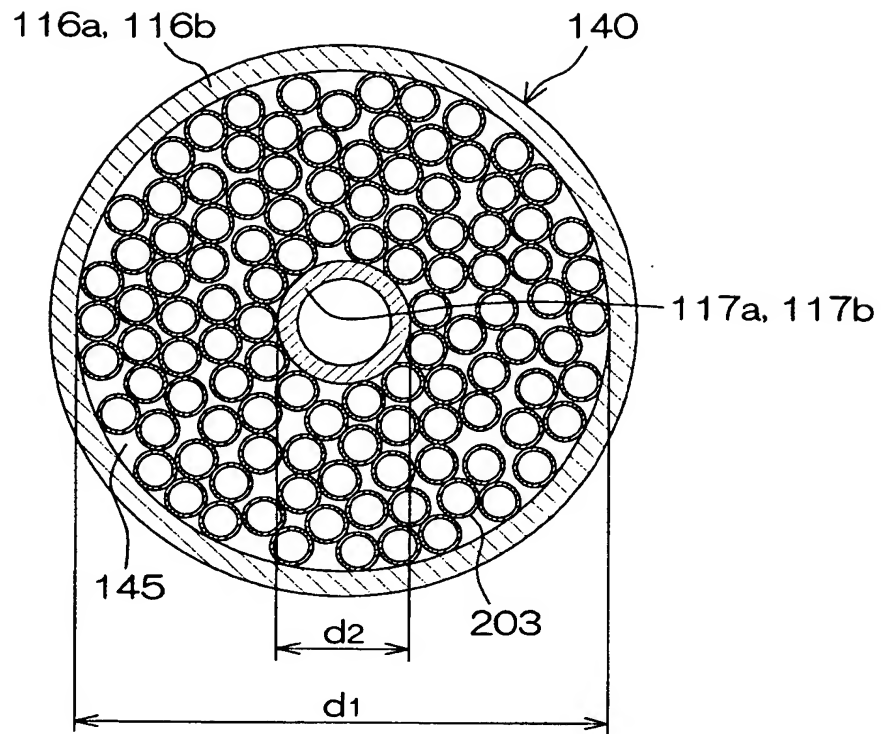
【図16】



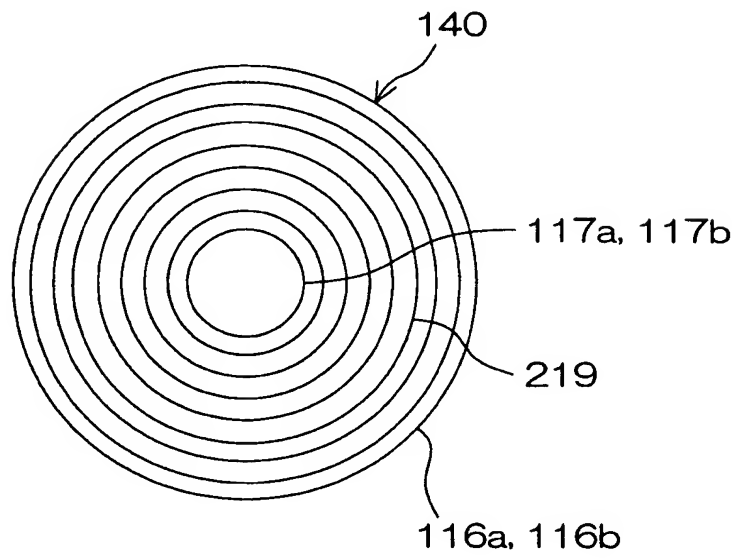
【図17】



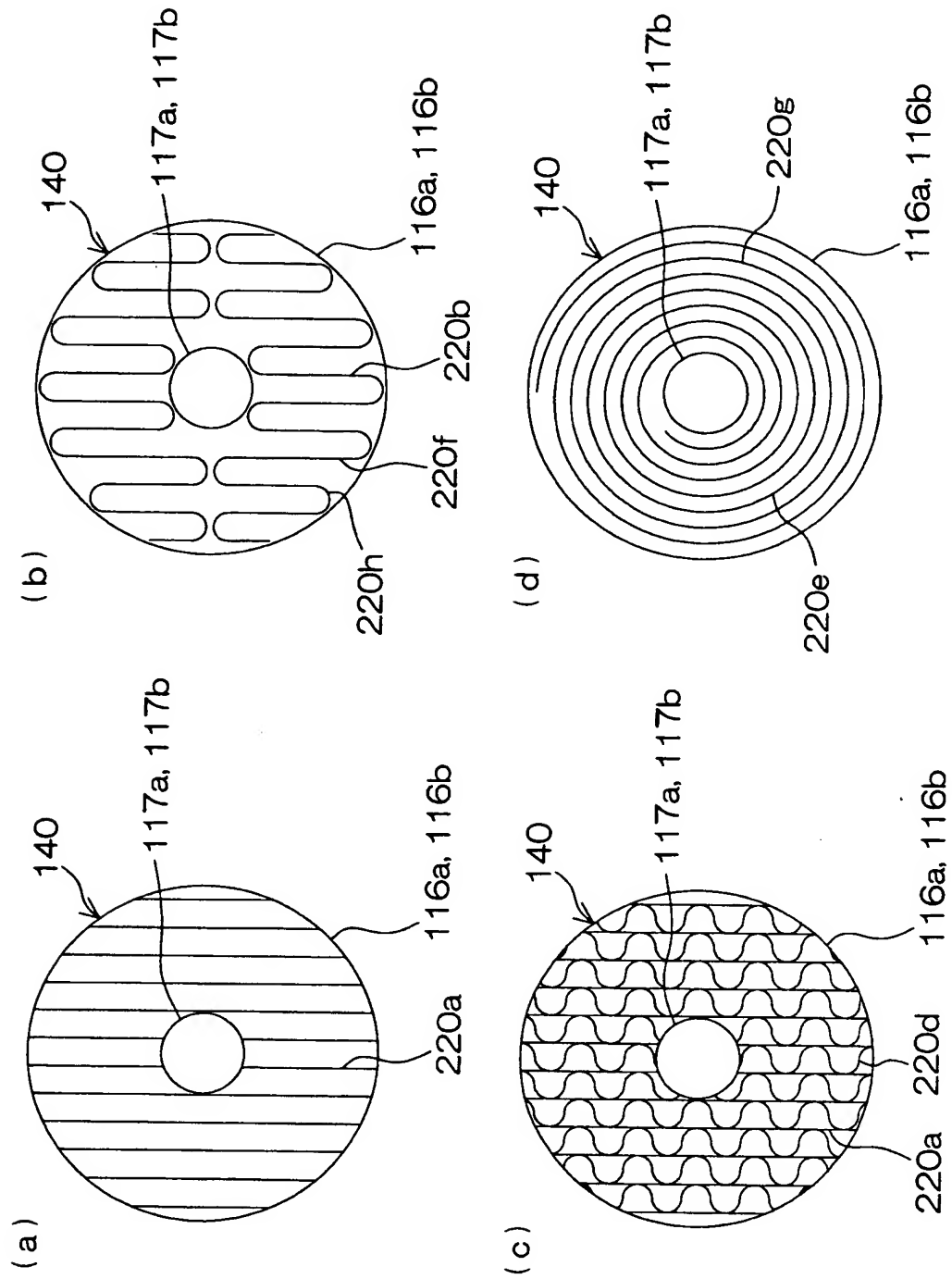
【図 1 8】



【図 1 9】



【図 2 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】銅供給源を容易に交換することができる銅メッキをするためのメッキ装置を提供する。

【解決手段】このメッキ装置は、メッキ液の循環経路に接続されメッキ液中に銅イオンを供給するための3つの銅溶解タンク110a～110c、これらのうち使用されていない銅溶解タンク110a～110cに置換液を供給するためのバッファ槽111、およびバッファ槽111に置換液の元となる置換原液を供給する置換原液供給部112を含んでいる。銅溶解タンク110a～110c内には、銅の線材を織って得られた銅メッシュ、直管状の銅管、銅板などが収容されている。銅溶解タンク110a～110cは、着脱自在なカートリッジを備えており、銅メッシュ等はこのカートリッジ内に配置されている。

【選択図】 図12



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 0 7 5 5 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 5 日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1
氏 名	大日本スクリーン製造株式会社